

Universidade de Lisboa



**ACTIVIDADES PRÁTICAS: CONTRIBUTOS NA APRENDIZAGEM
DA TEMÁTICA MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR**

UM ESTUDO COM ALUNOS DO 12º ANO

Teresa Marina Fonseca de Almeida Santos Braga

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia

2014

Universidade de Lisboa



**ACTIVIDADES PRÁTICAS: CONTRIBUTOS NA APRENDIZAGEM
DA TEMÁTICA MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR**

UM ESTUDO COM ALUNOS DO 12º ANO

Teresa Marina Fonseca de Almeida Santos Braga*

**Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientada pela
Professora Doutora Cecília Galvão**

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia

2014

* A autora não segue as regras do novo acordo ortográfico.

AGRADECIMENTOS

Este documento representa o culminar de mais uma etapa na minha vida académica. Para chegar até aqui foi necessário muito espírito de sacrifício, muita força de vontade e, acima de tudo, o apoio e a amizade de muitas pessoas. Deste modo, expresso aqui o meu sincero e profundo agradecimento:

À Professora Doutora Cecília Galvão, minha orientadora, por todo o seu apoio, disponibilidade, incentivo, entusiasmo, competência, amizade e, também, por ter partilhado um pouco da sua sabedoria comigo.

Ao Professor Cooperante Paulo Almeida, por me ter aceitado como sua aluna estagiária, por todos os momentos de partilha de conhecimento e de troca de ideias, por todos os *emails* com resposta (independentemente do dia da semana), pela amizade e incentivo ao longo deste percurso académico.

À Professora Doutora Ana Maria Reis, pela sua disponibilidade, simpatia e apoio na revisão científica deste documento.

À Escola Secundária Santa Maria, e respectivo corpo docente e não docente, por tão bem me terem recebido. Assim como aos alunos do 12º ano, participantes activos neste estudo, e aos alunos do 10º ano, que me permitiram crescer enquanto professora.

Aos meus antigos alunos, da Escola de Dança do Conservatório Nacional, que me fizeram apaixonar por esta profissão.

A todos os professores do Mestrado de Ensino de Biologia/Geologia, pela partilha de ideias, de conhecimentos e por estarem sempre disponíveis para ajudar.

A todos os professores das unidades curriculares da licenciatura em Geologia que frequentei, pela sua paciência e dedicação à minha causa.

Aos meus colegas do Mestrado de Ensino de Biologia/Geologia, em especial à Mariana (companheira de viagens para Sintra), pela partilha de ideias e pelo companheirismo. Assim como a todos os colegas com quem partilhei as aulas da licenciatura em Geologia.

Aos meus colegas dos restantes Mestrados de Ensino, em especial à Vanda (Matemática) e Ana (Artes Visuais) pela sua amizade, partilha de ideias e de dores de alma.

Às minhas amigas do coração, em especial à Clara, Elisa e Karine, por sempre me apoiarem e incentivarem nesta caminhada.

À minha família, avô, irmã e mãe, pelo amor incondicional e a quem privei muitas horas da minha companhia. E em especialíssimo à minha mãe, pois sem ela não teria sido possível realizar este mestrado.

Ao Bruno pela paciência que teve durante estes dois anos, e para mais uma tese, e a quem privei muitas horas da minha companhia.

Ao meu pai, que certamente ficaria muito feliz por mais esta conquista.

RESUMO

As actividades práticas estimulam o envolvimento intelectual e emocional do aluno, fundamentais para a ligação entre o conhecimento conceptual e o processual, e, deste modo, promovem uma aprendizagem significativa. Com o objectivo de conhecer quais os contributos das actividades práticas na aprendizagem da temática “Microrganismos e Indústria Alimentar” por alunos do 12º ano de Biologia, realizou-se um estudo investigativo, descrito neste relatório. No estudo participaram 23 alunos da Escola Secundária de Santa Maria, em Sintra, com idades compreendidas entre os 16 e os 18 anos. A referida temática integra a Unidade 4 do programa de Biologia do 12º ano - “Produção de Alimentos e Sustentabilidade”.

A investigação foi orientada no sentido de compreender quais as competências desenvolvidas pelos alunos, suas dificuldades, que apreciações fazem e que aprendizagens significativas constroem com a realização de actividades práticas. Na recolha de dados para este estudo utilizaram-se diferentes técnicas e instrumentos, tais como: *i*) observação, recorrendo a grelhas de observação e notas de campo; *ii*) inquérito, através de questionários; e *iii*) análise de documentos produzidos pelos alunos, tais como relatórios.

A análise dos dados recolhidos indica que a maioria dos alunos desenvolveu competências nos domínios do conhecimento, em especial substantivo e processual, do raciocínio, da comunicação e das atitudes. As principais dificuldades sentidas na realização das actividades laboratoriais manifestaram-se na manipulação de reagentes/material de laboratório, na análise de resultados e na elaboração de um protocolo experimental. As aprendizagens significativas relacionam-se, principalmente, com conteúdos referentes aos temas em estudo e com aspectos referentes ao trabalho laboratorial. Na generalidade, os alunos apreciaram positivamente as actividades práticas desenvolvidas no estudo.

Palavras-chave: actividades práticas, competências, fermentação microbiana, actividade enzimática, conservação de alimentos.

ABSTRACT

Practical activities stimulate the student's intellectual and emotional engagements, which are crucial for the connection between conceptual and procedural knowledge, and, thus, promoting a significant learning. The major aim of the study described in the present report, was to investigate the contribution of practical activities towards the learning of the topic "Microorganisms and Food Industry" by 12th grade students. In this study have participated twenty-three students from the Santa Maria Secondary School, in Sintra, with ages ranging from 16 to 18 years old. The above mentioned topic is part of the 4th unit of the official 12th grade Biology program – "Food Production and Sustainability".

The investigation focused on understanding which skills are developed by the students, which difficulties they have, which appreciations they give and which significant learning they acquire, when performing practical activities. Different techniques and instruments were used for data collection, such as: *i*) observation, using observation grids and field notes; *ii*) inquest, using questionnaires; and *iii*) analysis of documents produced by students, such as reports.

The data analysis revealed that the majority of the students developed skills in the domains of knowledge, in particular substantive and procedural, reasoning, communication and attitude. The major difficulties encountered by the students were associated with manipulation of the laboratory reagents/materials, the analysis of their results and the conception of the experimental protocol. The students' most significant learnings were mainly related with the contents of the studied subjects and with aspects associated to laboratory work. In general, all students gave a positive feedback on the practical activities developed in the investigation.

Key-words: practical activities, skills, microbial fermentation, enzymatic activity, food preservation.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE QUADROS	xviii
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	1
2. QUESTÕES ORIENTADORAS DA INVESTIGAÇÃO.....	3
3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO.....	3
CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	4
1. TEORIAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM.....	4
2. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA.....	6
3. ACTIVIDADES PRÁTICAS.....	10
3.1. Actividades laboratoriais.....	11
3.1.1. Grau de abertura das actividades laboratoriais.....	13
3.1.2. Avaliação das actividades laboratoriais.....	15
CAPÍTULO III – PROPOSTA DIDÁCTICA: MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR	16
1. FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA.....	16
1.1. Fermentação e actividade enzimática.....	16
1.1.1. Microrganismos fermentativos.....	17
1.1.1.1. Leveduras.....	17
1.1.1.2. Bactérias ácido-lácticas.....	18
1.1.2. Fermentação e tipos de fermentação.....	19
1.1.2.1. Alimentos fermentados.....	23
1.1.3. Actividade enzimática.....	26
1.1.3.1. Controlo e regulação da actividade enzimática.....	30
1.1.3.2. Enzimas e indústria alimentar.....	34
1.2. Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos.....	36
1.2.1. Processos de conservação de alimentos.....	36
1.2.1.1. Tratamentos térmicos.....	36
1.2.1.1.1. Tratamentos de elevadas temperaturas.....	36

1.2.1.1.2. Tratamentos de baixas temperaturas.....	38
1.2.1.2. Atmosfera modificada.....	38
1.2.1.3. Irradiação.....	39
1.2.1.4. Secagem.....	39
1.2.1.5. Conservantes químicos.....	40
1.2.1.6. Fumagem.....	40
1.2.2. Aditivos alimentares.....	41
2. FUNDAMENTAÇÃO DIDÁCTICA.....	41
2.1. Contextualização da temática.....	41
2.2. Organização da temática.....	43
2.2.1. Actividades práticas sobre microrganismos e indústria alimentar...	44
2.2.2. Análise das tarefas propostas.....	46
3. AVALIAÇÃO.....	50
4. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS AULAS.....	51
4.1. Aula I.....	51
4.2. Aula II.....	53
4.3. Aula III.....	54
4.4. Aula IV.....	55
4.5. Aula V.....	56
4.6. Aula VI.....	58
4.7. Aula VII.....	59
4.8. Aula VIII.....	61
4.9. Aula IX.....	62
CAPÍTULO IV – MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....	63
1. CONTEXTUALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	64
2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS.....	68
2.1. Observação.....	69
2.2. Questionários.....	70
2.3. Documentação produzida pelos alunos.....	71
CAPÍTULO V – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	72
1. APRESENTAÇÃO DOS DADOS.....	73
1.1. Dados referentes ao questionário A.....	73
1.2. Dados referentes ao questionário B.....	83

1.3. Dados referentes ao questionário C.....	94
1.4. Dados referentes ao questionário D.....	105
1.5. Dados referentes ao questionário E.....	119
1.6. Dados referentes à documentação produzida pelos alunos.....	123
1.7. Dados referentes às observações.....	128
2. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	130
2.1. Que competências desenvolvem os alunos quando realizam actividades práticas no âmbito da temática microrganismos e indústria alimentar?.....	130
2.2. Que dificuldades apresentam os alunos quando realizam actividades práticas no âmbito da temática microrganismos e indústria alimentar?.....	135
2.3. Que apreciações fazem os alunos das actividades práticas desenvolvidas?.....	138
2.4. Que aprendizagens significativas constroem os alunos quando realizam actividades práticas no âmbito da temática microrganismos e indústria alimentar?.....	140
CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	142
1. CONCLUSÃO.....	142
2. REFLEXÃO.....	144
3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	148
4. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	149
CAPÍTULO VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	150
APÊNDICES.....	155
APÊNDICE A: Tarefa 1 – Alimentação mundial.....	156
APÊNDICE B: Tarefa 2 – Actividade enzimática.....	159
APÊNDICE C: Tarefa 3 – Um grande problema para Magalhães: a conservação da comida.....	161
APÊNDICE D: Tarefa 4 – Fermentação microbiana.....	165
APÊNDICE E: Tarefa 5 – Imobilização enzimática.....	168
APÊNDICE F: Tarefa 6 – Que processos sofreram os alimentos que comemos?.....	172
APÊNDICE G: Objectivos e competências – Tarefa 1.....	174

APÊNDICE H: Objectivos e competências – Tarefa 2.....	176
APÊNDICE I: Objectivos e competências – Tarefa 3.....	178
APÊNDICE J: Objectivos e competências – Tarefa 4.....	180
APÊNDICE K: Objectivos e competências – Tarefa 5.....	182
APÊNDICE L: Objectivos e competências – Tarefa 6.....	184
APÊNDICE M: Plano da aula I, <i>powerpoint</i> utilizado e questões levantadas pelos alunos no âmbito da tarefa 1.....	186
APÊNDICE N: Plano da aula II e <i>powerpoint</i> utilizado.....	192
APÊNDICE O: Plano da aula III, <i>powerpoint</i> utilizado e imagens do decorrer da tarefa 2.....	197
APÊNDICE P: Plano da aula IV e <i>powerpoint</i> utilizado.....	201
APÊNDICE Q: Plano da aula V, <i>powerpoint</i> utilizado e imagens do decorrer da tarefa 4.....	204
APÊNDICE R: Plano da aula VI, <i>powerpoint</i> utilizado e imagens do decorrer da tarefa 3.....	208
APÊNDICE S: Plano da aula VII	212
APÊNDICE T: Plano da aula VIII, <i>powerpoint</i> utilizado e imagens do final da tarefa 3.....	214
APÊNDICE U: Plano da aula IX.....	220
APÊNDICE V: Grelha de observação para aulas laboratoriais.....	222
APÊNDICE X: Questionário A.....	224
APÊNDICE Y: Questionário B.....	227
APÊNDICE Z: Questionário C.....	230
APÊNDICE AA: Questionário D.....	233
APÊNDICE AB: Questionário E.....	238
APÊNDICE AC: Critérios de avaliação do relatório V de Gowin.....	241
APÊNDICE AD: Critérios de avaliação do texto da tarefa 3.....	243
APÊNDICE AE: Critérios de avaliação da apresentação à turma.....	245
APÊNDICE AF: Critérios de avaliação do relatório científico.....	248
APÊNDICE AG: Grupos de trabalho e respectivos elementos.....	251
APÊNDICE AH: Classificação do desempenho pessoal nas tarefas/actividades das aulas teóricas.....	253

ANEXOS.....	256
ANEXO 1: Actividades laboratoriais, propostas no manual adoptado, realizadas no âmbito da tarefa 2.....	257
ANEXO 2: Exercício de papel e lápis, do manual, realizado na aula I.....	261
ANEXO 3: Exercício de papel e lápis, do manual, realizado na aula II.....	263
ANEXO 4: Questionário de avaliação de capacidades e competências.....	265
ANEXO 5: Questionário início ano lectivo.....	269

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Relação entre actividades práticas, laboratoriais, de campo e experimentais (adaptada de Leite, 2001).....	11
<i>Figura 2.</i> Exemplificação de uma via metabólica (retirada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 119).....	20
<i>Figura 3.</i> Fermentação láctica (adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 139).....	22
<i>Figura 4.</i> Fermentação alcoólica (adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 139).....	23
<i>Figura 5.</i> Etapas da produção de iogurte (adaptada de Adams & Moss, 2008, p. 324).....	24
<i>Figura 6.</i> Energia de activação necessária para que a reacção de transformação do reagente Y em produto X ocorra (retirada e adaptada de Alberts <i>et al.</i> , 2008, p. 73).....	27
<i>Figura 7.</i> Influência das enzimas na energia de activação (E_a) e na variação da energia livre (ΔG) (retirada e adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 115).....	27
<i>Figura 8.</i> Ligação do substrato ao centro activo da enzima e, consequente, formação do complexo enzima-substrato (retirada e adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 115).....	28
<i>Figura 9.</i> Alteração da forma da enzima devido à ligação do substrato. (retirada e adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 117).....	29
<i>Figura 10.</i> Velocidade de uma reacção do tipo $X \rightarrow Y$ na presença e ausência de uma enzima catalisadora (retirada e adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 118).....	30
<i>Figura 11.</i> Inibição competitiva (retirada e adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 120).....	31
<i>Figura 12.</i> Inibição não competitiva (retirada e adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 120).....	31
<i>Figura 13.</i> Regulação alostérica de enzimas (retirada e adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 121).....	32
<i>Figura 14.</i> Variação da velocidade da reacção, de enzimas alostéricas, em função da concentração do substrato (retirada e adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 121).....	33
<i>Figura 15.</i> Efeito do pH na actividade enzimática (retirada e adaptada de Purves <i>et al.</i> , 2003, p. 122).....	33
<i>Figura 16.</i> Esquema conceptual do programa de 12º ano de Biologia (retirada de Mendes <i>et al.</i> , 2004, p. 6).....	42
<i>Figura 17.</i> Distribuição da auto-apreciação dos alunos relativamente ao seu desempenho à disciplina de Biologia.....	65
<i>Figura 18.</i> Distribuição das disciplinas indicadas pelos alunos como sendo as que mais gostam.....	66
<i>Figura 19.</i> Distribuição das disciplinas indicadas pelos alunos como sendo as que menos gostam.....	66
<i>Figura 20.</i> Distribuição das habilitações literárias das mães dos alunos.....	66

<i>Figura 21. Distribuição das habilitações literárias dos pais dos alunos.....</i>	67
<i>Figura 22. Distribuição das classificações à disciplina de Biologia no a) 1º período e no b) 2º período.....</i>	67
<i>Figura 23. Distribuição das percentagens de cada uma das classificações obtidas na disciplina de Biologia no a) 1º período e no b) 2º período.....</i>	68
<i>Figura 24. Representação de relatório com estrutura em V de Gowin (adaptada de Leite, 2000).....</i>	71
<i>Figura 25. Classificação da tarefa 2 quanto ao grau de clareza do seu enunciado.....</i>	73
<i>Figura 26. Classificação da tarefa 2 quanto ao grau de dificuldade na sua concretização.</i>	74
<i>Figura 27. Classificação da tarefa 2 quanto ao grau de satisfação na sua concretização.....</i>	76
<i>Figura 28. Classificação da tarefa 2 quanto ao grau de aprendizagem decorrente da sua concretização.....</i>	80
<i>Figura 29. Avaliação global da tarefa 2.....</i>	82
<i>Figura 30. Classificação da tarefa 3 quanto ao grau de clareza do seu enunciado.....</i>	83
<i>Figura 31. Classificação da tarefa 3 quanto ao grau de dificuldade na sua concretização.....</i>	83
<i>Figura 32. Classificação da tarefa 3 quanto ao grau de satisfação na sua concretização.....</i>	87
<i>Figura 33. Classificação da tarefa 3 quanto ao grau de aprendizagem decorrente da sua concretização.....</i>	91
<i>Figura 34. Avaliação global da tarefa 3.....</i>	93
<i>Figura 35. Classificação da tarefa 4 quanto ao grau de clareza do seu enunciado.....</i>	94
<i>Figura 36. Classificação da tarefa 4 quanto ao grau de dificuldade na sua concretização.....</i>	94
<i>Figura 37. Classificação da tarefa 4 quanto ao grau de satisfação na sua concretização.....</i>	98
<i>Figura 38. Classificação da tarefa 4 quanto ao grau de aprendizagem decorrente da sua concretização.....</i>	102
<i>Figura 39. Avaliação global da tarefa 4.....</i>	104
<i>Figura 40. Classificação quanto ao grau de organização das aulas laboratoriais.....</i>	105
<i>Figura 41. Classificação quanto ao grau de organização das aulas teóricas.....</i>	105
<i>Figura 42. Classificação quanto ao grau de clareza dos momentos explicativos das aulas laboratoriais.....</i>	106
<i>Figura 43. Classificação quanto ao grau de clareza dos momentos explicativos das aulas teóricas.....</i>	106
<i>Figura 44. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 2.....</i>	107

<i>Figura 45. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 3.....</i>	107
<i>Figura 46. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 4.....</i>	107
<i>Figura 47. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 2.....</i>	108
<i>Figura 48. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 3.....</i>	108
<i>Figura 49. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 4.....</i>	109
<i>Figura 50. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 1.....</i>	109
<i>Figura 51. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 5.....</i>	110
<i>Figura 52. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 6.....</i>	110
<i>Figura 53. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 1.....</i>	111
<i>Figura 54. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 5.....</i>	111
<i>Figura 55. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 6.....</i>	111
<i>Figura 56. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da exposição oral de conteúdos nas aulas teóricas.....</i>	112
<i>Figura 57. Classificação quanto ao grau de satisfação relativamente à estratégia de exposição oral de conteúdos nas aulas teóricas.....</i>	112
<i>Figura 58. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização de exercícios de papel e lápis nas aulas teóricas.....</i>	113
<i>Figura 59. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização de exercícios de papel e lápis nas aulas teóricas.....</i>	113
<i>Figura 60. Apreciação global das aulas laboratoriais.....</i>	114
<i>Figura 61. Apreciação global das aulas teóricas.....</i>	114
<i>Figura 62. Apreciação global qualitativa do desempenho pessoal na realização da tarefa 2.....</i>	120
<i>Figura 63. Apreciação global qualitativa do desempenho pessoal na realização da tarefa 3.....</i>	120
<i>Figura 64. Apreciação global qualitativa do desempenho pessoal na realização da tarefa 4.....</i>	120
<i>Figura 65. Apreciação global qualitativa do desempenho do grupo na realização da tarefa 2.....</i>	121
<i>Figura 66. Apreciação global qualitativa do desempenho do grupo na realização da tarefa 3.....</i>	121

<i>Figura 67.</i> Apreciação global qualitativa do desempenho do grupo na realização da tarefa 4.....	122
<i>Figura 68.</i> Apreciação global quantitativa do desempenho do grupo na realização das tarefas 2, 3 e 4.....	122
<i>Figura 69.</i> Apreciação global quantitativa do desempenho pessoal no período de aulas em estudo.....	123
<i>Figura 70.</i> Avaliação final quantitativa, de cada aluno, no período de aulas em estudo.....	130

ÍNDICE DE QUADROS

<i>Quadro 1.</i> Diferentes tipologias de actividades laboratoriais (retirado de Leite, 2000).....	13
<i>Quadro 2.</i> Níveis de investigação de actividades laboratoriais (adaptado de Borges, 2002).....	14
<i>Quadro 3.</i> Algumas enzimas, e respectivas fontes, com aplicação na indústria alimentar (adaptado de Macedo <i>et al.</i> , 2003, p. 434-435).....	35
<i>Quadro 4.</i> Planificação geral da intervenção (azul – dias de aulas do 12º; rosa – interrupções lectivas).....	44
<i>Quadro 5.</i> Dificuldades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 2 (resultados por sexo).....	75
<i>Quadro 6.</i> Facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 2 (resultados por sexo).....	75
<i>Quadro 7.</i> Dificuldades e facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 2 (total da turma).....	76
<i>Quadro 8.</i> O que os alunos mais gostaram na concretização da tarefa 2 (resultados por sexo).....	77
<i>Quadro 9.</i> O que os alunos menos gostaram na concretização da tarefa 2 (resultados por sexo).....	78
<i>Quadro 10.</i> O que os alunos mais e menos gostaram na concretização da tarefa 2 (total da turma).....	79
<i>Quadro 11.</i> Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 2 (resultados por sexo).....	81
<i>Quadro 12.</i> Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 2 (total da turma).....	82
<i>Quadro 13.</i> Dificuldades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 3 (resultados por sexo).....	84
<i>Quadro 14.</i> Facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 3 (resultados por sexo).....	85
<i>Quadro 15.</i> Dificuldades e facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 3 (total da turma).....	86
<i>Quadro 16.</i> O que os alunos mais gostaram na concretização da tarefa 3 (resultados por sexo).....	88
<i>Quadro 17.</i> O que os alunos menos gostaram na concretização da tarefa 3 (resultados por sexo).....	89
<i>Quadro 18.</i> O que os alunos mais e menos gostaram na concretização da tarefa 3 (total da turma).....	90
<i>Quadro 19.</i> Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 3 (resultados por sexo).....	92
<i>Quadro 20.</i> Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 3 (total da turma).....	93
<i>Quadro 21.</i> Dificuldades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 4 (resultados por sexo).....	95

<i>Quadro 22.</i> Facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 4 (resultados por sexo).....	96
<i>Quadro 23.</i> Dificuldades e facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 4 (total da turma).....	97
<i>Quadro 24.</i> O que os alunos mais gostaram na concretização da tarefa 4 (resultados por sexo).....	99
<i>Quadro 25.</i> O que os alunos menos gostaram na concretização da tarefa 4 (resultados por sexo).....	100
<i>Quadro 26.</i> O que os alunos mais e menos gostaram na concretização da tarefa 4 (total da turma).....	101
<i>Quadro 27.</i> Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 4 (resultados por sexo).....	103
<i>Quadro 28.</i> Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 4 (total da turma).....	104
<i>Quadro 29.</i> Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída em todo o período de aulas em estudo (resultados por sexo).....	116
<i>Quadro 30.</i> Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída em todo o período de aulas em estudo (total da turma).....	117
<i>Quadro 31.</i> Considerações sobre o que poderia ser melhorado (resultados por sexo).....	118
<i>Quadro 32.</i> Considerações sobre o que poderia ser melhorado (total da turma)..	119
<i>Quadro 33.</i> Classificação dos relatórios V de Gowin realizados no âmbito da tarefa 2.....	124
<i>Quadro 34.</i> Classificação das apresentações à turma realizadas no âmbito da tarefa 3.....	125
<i>Quadro 35.</i> Classificação dos textos elaborados no âmbito da tarefa 3.....	126
<i>Quadro 36.</i> Classificação dos relatórios científicos realizados no âmbito da tarefa 4.....	127
<i>Quadro 37.</i> Classificação final de cada grupo.....	128
<i>Quadro 38.</i> Classificação final de cada aluno.....	129

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

O presente estudo investigativo centra-se na temática “Microrganismos e Indústria Alimentar”, correspondente ao primeiro capítulo da unidade quatro (“Produção de Alimentos e Sustentabilidade”) do programa de Biologia do 12º ano. Nesta secção apresenta-se uma breve contextualização teórica da problemática investigativa do estudo, assim como as respectivas questões orientadoras que pretendem dar resposta ao problema levantado. No final do capítulo, apresenta-se o modo como o relatório se encontra organizado.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

O Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre a Educação para o século XXI (Delors *et al.*, 1996) atribui à educação um papel fundamental no desenvolvimento dos indivíduos e das sociedades. De acordo com este relatório, no século XXI, a busca do conhecimento será considerada um fim e não meramente um meio, prevalecendo a ideia de educação ao longo da vida. Neste contexto, o papel do professor torna-se ambicioso e crucial, para formar jovens confiantes no futuro, e capazes de contribuir para ele de modo responsável e determinado. Os professores devem despertar nos seus alunos a curiosidade, a autonomia, o rigor intelectual e uma atitude positiva perante o estudo. Nestes novos tempos, a rápida mudança tecnológica e a globalização exigem aos indivíduos competências nas mais diversas áreas, flexibilidade, capacidade de comunicação, bem como a referida capacidade de aprendizagem ao longo da vida (Galvão, 2004). Para além dos saberes académicos, os jovens devem ser capazes de usar adequadamente os conhecimentos, ou seja, devem tornar-se competentes (Roldão, 2006).

Em Portugal, a legislação relacionada com a educação é muito vasta. Desta há a destacar a Lei de Bases do Sistema Educativo, publicada pela primeira vez em 1986 (Lei nº46/86 de 14 de Outubro), que teve a primeira alteração em 1997 (Lei nº 115/1997 de 19 de Setembro) e a última em 2005 (Lei nº 49/2005 de 30 de Agosto). Esta lei define que todos os cidadãos têm direito à educação e à cultura, e que o sistema educativo deve contribuir para o pleno desenvolvimento da personalidade dos indivíduos, formar cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários. Acrescenta, ainda, que a educação deve promover o desenvolvimento do espírito democrático, respeitador dos outros e das suas ideias, e formar cidadãos com espírito

crítico e criativo. Neste sentido, os diferentes ciclos de ensino no nosso país, para darem uma resposta positiva ao que é definido pela lei de bases, estabelecem uma série de objectivos, finalidades e competências a desenvolver. Ao nível do ensino básico e secundário, respectivamente orientações curriculares do 3º ciclo para as Ciências Físicas e Naturais (Galvão *et al.*, 2001), e Programa de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos (Silva *et al.*, 2001) e Programa de Biologia do 12º ano (Mendes, Rebelo & Pinheiro, 2004), são descritas uma série de competências que os alunos devem desenvolver. Essas competências são, genericamente, apresentadas em domínios: *i*) conhecimento (substantivo, processual e epistemológico); *ii*) raciocínio; *iii*) comunicação; e *iv*) atitudes. Uma vez que este trabalho investigativo se centra em alunos do 12º ano de Biologia, torna-se pertinente referir quais as finalidades do programa para a formação dos alunos (Mendes *et al.*, 2004):

- ✓ A construção e o aprofundamento de conhecimentos de Biologia úteis para o desenvolvimento de competências que permitam o exercício de uma cidadania responsável, a aprendizagem ao longo da vida e a decisão sobre o prosseguimento de estudos relacionados com esta área do saber;
- ✓ A compreensão do valor da ciência enquanto corpo de conhecimentos, que evolui sempre que soluções mais explicativas são encontradas, enquanto processo, que engloba o que os cientistas fazem e como o fazem, enquanto forma de entender a realidade e, sobretudo, enquanto actividade humana, que não pode ser considerada neutra ou isenta das influências sociais inerentes a cada época e a cada contexto;
- ✓ O reconhecimento da relevância da Biologia e da Biotecnologia nos dias de hoje, uma vez que influenciam a qualidade de vida das pessoas e a organização das sociedades, ao apresentarem alternativas e originarem questões que exigem tomadas de decisão a nível tecno-científico, político, social e ético. (p.4)

De forma a promover a concretização destas finalidades e o desenvolvimento de competências, o referido programa indica algumas sugestões metodológicas, a saber: *i*) centrar os processos de ensino nos alunos; *ii*) valorizar a realização de actividades práticas; *iii*) explorar as relações Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS); *iv*) promover a identificação e exploração de situações problemáticas abertas; *v*) integrar aspectos da história da ciência; e *vi*) rentabilizar situações de aprendizagem não-formal (Mendes *et al.*, 2004). Neste sentido, as actividades práticas representam uma componente fundamental ao pleno desenvolvimento do ensino-aprendizagem da Biologia no 12º ano. Este tipo de actividades estimula o envolvimento intelectual e emocional do aluno, promovendo uma aprendizagem significativa das ciências (Pedrosa, 2001), e, como tal, serão o principal enfoque deste trabalho investigativo.

2. QUESTÕES ORIENTADORAS DA INVESTIGAÇÃO

De acordo com o referencial teórico acima descrito, a questão central deste relatório de prática supervisionada pretende conhecer quais os contributos das actividades práticas na aprendizagem da temática “Microrganismos e Indústria Alimentar” com alunos do 12º ano. De forma a responder ao problema investigativo proposto, a recolha e análise de dados será orientada tendo em atenção às seguintes questões:

- ✓ Que competências desenvolvem os alunos quando realizam actividades práticas no âmbito da temática microrganismos e indústria alimentar?
- ✓ Que dificuldades apresentam os alunos quando realizam actividades práticas no âmbito da temática microrganismos e indústria alimentar?
- ✓ Que apreciações fazem os alunos das actividades práticas desenvolvidas?
- ✓ Que aprendizagens significativas constroem os alunos quando realizam actividades práticas no âmbito da temática microrganismos e indústria alimentar?

3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Este trabalho encontra-se dividido em sete capítulos e duas secções extras, apêndices e anexos. No primeiro capítulo - *Introdução* - contextualiza-se a problemática do estudo investigativo e apresentam-se as suas questões orientadoras. No final, apresenta-se a organização deste relatório.

No segundo capítulo - *Enquadramento teórico* - apresenta-se uma breve revisão da literatura de referência em didáctica das ciências que permite contextualizar e justificar as principais opções metodológicas e estratégicas da intervenção lectiva. Essa revisão encontra-se organizada na seguinte ordem: teorias de ensino-aprendizagem, educação em ciência e actividades práticas.

No terceiro capítulo - *Proposta didáctica: Microrganismos e Indústria Alimentar* - apresenta-se o enquadramento científico da temática abordada, baseado em literatura da especialidade, e o enquadramento didáctico das estratégias de ensino-aprendizagens implementadas. Neste último ponto, a temática é contextualizada e organizada, e as tarefas propostas são discutidas. A avaliação e as descrições das aulas leccionadas são também parte integrante deste capítulo.

O quarto capítulo - *Métodos e procedimentos* - encontra-se dividido em dois pontos. No primeiro ponto apresenta-se uma breve descrição dos participantes deste trabalho investigativo. No segundo ponto descrevem-se as diferentes técnicas e instrumentos utilizados na recolha de dados que permitiram, posteriormente, responder às questões orientadoras do estudo.

No quinto capítulo - *Apresentação e análise dos dados* - expõem-se os dados recolhidos durante a intervenção, passando-se, posteriormente, à sua análise e discussão. Nesta última, respondem-se às questões orientadoras do estudo.

O sexto capítulo - *Considerações finais* - encontra-se dividido em quatro pontos. No primeiro ponto apresentam-se as conclusões do trabalho investigativo realizado e, no segundo, as reflexões finais da professora relativas à sua intervenção. Nos dois últimos pontos são apresentadas algumas das limitações do trabalho realizado, assim como algumas propostas para estudos futuros.

No sétimo capítulo - *Referências bibliográficas* - apresenta-se a listagem de todas a literatura consultada e citada neste trabalho. Após este capítulo seguem-se os apêndices, com toda a documentação criada/adaptada e utilizada no âmbito deste trabalho e os anexos, com toda a documentação utilizada no âmbito deste trabalho.

CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Nesta secção apresenta-se o enquadramento teórico do estudo. A evolução das teorias de aprendizagem e da educação em ciência é, brevemente, descrita, seguida do tema as actividades práticas e, dentro deste, as actividades laboratoriais, seu grau de abertura e avaliação.

1. TEORIAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

No início do século XX, os trabalhos de vários investigadores tais como Pavlov, Skinner, Watson, deram origem às primeiras ideias behavioristas (Collins, 2002), que foram adoptadas nas práticas escolares. De acordo com as ideias behavioristas, o conhecimento deve ser apresentado como um produto acabado ao aluno, cabendo a este o papel de o memorizar para mais tarde o reproduzir. Neste contexto, o professor apresenta-se como a figura central do ensino. Os conteúdos a

leccionar são, assim, compartimentados em lições e transmitidos aos alunos, partindo do princípio de que todos aprendem da mesma forma e todos respondem a essa aprendizagem de maneira semelhante (Collins, 2002). Neste modelo de ensino, o papel do professor passa por “inserir” conteúdos na mente dos alunos, considerada como “vazia” – *tabula rasa* (Scaife, 2000).

Nas últimas décadas do século XX, novas ideias no domínio da educação surgiram a partir dos trabalhos de diversos investigadores, tais como Vygotsky, Piaget, Ausubel e Bruner, nomeadamente o modelo socio-construtivista (Scaife, 2000). No ensino rompeu-se, então, com a ideia tradicional da transmissão directa de conhecimentos, onde o professor era o protagonista, e passou-se a ter uma visão construtivista, na qual a acção do sujeito (aluno) é fundamental para a construção do seu conhecimento. Na perspectiva construtivista, a finalidade da intervenção pedagógica é levar o aluno a aprender por si, aumentando assim a sua autonomia (Duarte, 2001), sendo mais importante um aluno desenvolver os seus próprios métodos de aquisição e descoberta dos conhecimentos, do que recebê-los na sua forma final. De acordo com esta perspectiva de aprendizagem, o ensino deve ir ao encontro dos interesses e necessidades dos alunos, tornando a aprendizagem mais efectiva, e a educação deve preparar os estudantes para acompanharem o ritmo acelerado de mudanças da sociedade actual (Duarte, 2001). Ao construtivismo estão associadas algumas das ideias da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, da teoria de aprendizagem por descoberta de Bruner e da teoria de aprendizagem através da interacção com pares de Vygotsky. Para Ausubel, o professor deve determinar o que o aluno já sabe e ensinar com base nisso (Praia, 2000), funcionando estes conhecimentos prévios do aluno como “ideias âncora”, facilitadoras das novas aprendizagens, tornando-a significativa. O aluno poderá adquirir os novos conhecimentos interligando-os com aquilo que já conhece. Na aprendizagem por descoberta, em especial por descoberta orientada, o professor fornece algumas orientações que levam os alunos a descobrir e a construir o seu conhecimento. Na teoria de aprendizagem de Vygotsky, a interacção entre pares permite o trabalho colaborativo e na chamada zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Esta é definida como a distância entre o nível de desenvolvimento real do aluno, determinado pela sua capacidade actual de resolver problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de problemas com orientação de um adulto ou de

um par mais competente (Fino, 2003; Scaife, 2000). Segundo Vygotsky, os alunos desenvolvem as suas capacidades cognitivas através de interacções sociais (com um adulto ou com pares). Nestas teorias apresentadas, a figura central na aprendizagem é o aluno.

De acordo com a perspectiva construtivista do ensino, apesar do professor deixar de ser a figura central da sala de aula, a sua relevância na promoção das aprendizagens é fulcral. Deste modo, ensinar vai muito mais além do que, habitualmente se designa, “dar matéria”. Ensinar “consiste em desenvolver uma acção especializada, fundada em conhecimento próprio, de fazer com que alguém aprenda alguma coisa que se pretende e se considera necessária” (Roldão, 2010, p. 14), ou seja, “accionar e organizar um conjunto variado de dispositivos que promovem activamente a aprendizagem do outro” (Roldão, 2010, p.15). A esta ideia está subjacente a perspectiva de que o aluno deve ter um papel activo na construção do seu conhecimento. Assim, a educação em ciências deve ter em consideração esta perspectiva construtivista do ensino-aprendizagem.

2. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA

A ciência começou por fazer parte dos currículos escolares, quer na Europa, quer nos Estados Unidos, durante o século XIX. Na altura, o objectivo do ensino das ciências era criar alunos com pensamento autónomo e promover o seu desenvolvimento intelectual (DeBoer, 2000). No início do século XX, o ensino das ciências começou a ser visto à luz da sua importância para a vida quotidiana e como forma de partilhar o conhecimento do mundo. Mais tarde, a preocupação recaiu em construir um ensino das ciências equilibrado entre os conhecimentos sobre o mundo natural, pensamento científico e a utilidade da ciência para a vida das pessoas (DeBoer, 2000). Após a segunda guerra mundial, o ensino das ciências teve que ser repensado, uma vez que houve uma maior consciencialização do poder destruidor do desenvolvimento científico. Este despertar de consciências para os riscos da ciência fez com que estes passassem a ser ensinados e fosse desenvolvida no aluno a capacidade de julgar de forma inteligente esses riscos (DeBoer, 2000).

No final da década de 50, do século XX, o mundo, e em particular os Estados Unidos, encontrava-se em pleno desenvolvimento tecnológico e científico. A entrada na era espacial com o lançamento do Sputnik, em 1957, abalou os Estados Unidos.

Na época, presumia-se que os Estados Unidos detinham a liderança do conhecimento científico, mas este acontecimento veio provar a superioridade da antiga União Soviética. Perante isto, a comunidade científica americana decide repensar o ensino das ciências e considera necessário ter o apoio da população para sustentar uma resposta científica e tecnológica do país à antiga União Soviética (DeBoer, 2000). Em 1958, Paul Hurd chama a atenção para a necessidade do ensino das ciências se modernizar a um ritmo que acompanhe o desenvolvimento tecnológico sem, no entanto, comprometer as experiências educacionais (Hurd, 1958). Este autor emprega pela primeira vez o termo literacia científica para justificar a necessidade de formar cidadãos americanos capazes de dar resposta aos novos desenvolvimentos da ciência e destaca que a educação deve preparar os jovens para mudanças futuras. No seu artigo, Hurd (1958) refere:

A crise na educação tem um aspecto imediato e um futuro. O problema imediato é fechar o fosso entre a prosperidade científica atingida e a pobre literacia científica existente na América. Também existe o problema de desenvolver um programa educativo adequado às probabilidades do futuro (...) A exigência de “fazer algo” no ensino das ciências nas escolas, resultou em acções consideráveis. Mais de 50 comités nacionais estão activamente envolvidos em esforços para melhorar a qualidade do currículo e do ensino. Centenas de cientistas estão a ajudar, dando sugestões de experiências de grande potencial significativo para o desenvolvimento da literacia científica dos jovens americanos. (p. 14 e 15)

Hurd e outros autores da época não esclareceram o conceito de literacia científica, dando-lhe apenas uma definição muito geral como conhecimento de ciência e empreendimento científico (DeBoer, 2000). Na década de 60, o conceito de literacia científica era definido por muitos dos educadores como o conhecimento dos conteúdos dos diferentes campos da ciência, poucos falavam na relação entre ciência, sociedade e tecnologia (DeBoer, 2000). À medida que os avanços científicos e tecnológicos vão tendo cada vez mais impacto nas populações, como, por exemplo, produtos químicos que estimulam a produção alimentar serem suspeitos de causar cancro (Canavarro, 1999, p.190, citado por Vieira, 2007), aparecimento de problemas ambientais e avanços na medicina, transportes e telecomunicações, o foco do ensino altera-se e passa a estar mais centrado nos interesses e necessidades de desenvolvimento dos alunos. O conceito de literacia científica começa então a ganhar peso quando a *National Science Teachers Association* (NSTA) define um cidadão cientificamente literato como aquele que “usa os conceitos científicos, competências

processuais e valores para tomar decisões do dia-a-dia, ao interagir com outras pessoas e com o seu ambiente” e “compreende a inter-relação entre ciência, tecnologia e outras facetas da sociedade, incluindo o desenvolvimento social e económico” (NSTA, 1971, p 47-48, citado por DeBoer, 2000).

No final da década de 70 e início da década de 80, do século XX, a ideia de que para futuros cidadãos a compreensão da interligação entre ciência, sociedade e tecnologia pode ser tão importante como a compreensão de conceitos e processos científicos, começa a ganhar peso. Em 1982, a NSTA defende que o objectivo de educação em ciência é “desenvolver indivíduos cientificamente literatos, que entendam como a ciência, a tecnologia e a sociedade se influenciam mutuamente, e que sejam capazes de usar os seus conhecimentos na tomada de decisões do dia-a-dia” (NSTA, 1982, citado por DeBoer, 2000). Durante a década de 80, do século XX, surge a ideia de que os alunos devem ver a ciência como uma força social e cultural, e aperceberem-se da ligação entre a ciência e o resto do conhecimento. Nos currículos surge o conceito Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), cujo principal objectivo é dar aos alunos conhecimento sobre a interface ciência, sociedade e tecnologia, e a capacidade de tomarem decisões sobre assuntos relacionados com a ciência, tecnologia e sociedade (DeBoer, 2000). Este movimento tenta aproximar o ensino das ciências aos problemas do quotidiano e aos valores da sociedade, tentando assim dar uma contribuição mais efectiva para a literacia científica dos futuros cidadãos (Bustorff, 2004).

Durante a década de 90, muitos dos educadores em ciência falavam de uma necessidade de reforma no ensino das ciências. Pretendia-se com esta nova reforma preparar os jovens para um mundo onde a ciência e a tecnologia tinham um papel cada vez mais importante; o objectivo era tornar a literacia científica acessível a todos os estudantes. Nesta época, uma pessoa cientificamente literata era capaz de se questionar e encontrar respostas sobre as suas experiências do dia-a-dia; descrever, explicar e prever fenómenos naturais; ler e perceber publicações sobre ciência na comunicação social e discutir a sua validade; identificar questões científicas relacionadas com políticas locais e nacionais e expressar a sua posição de forma científica e tecnologicamente informada; avaliar a qualidade de uma informação científica, com base nos métodos e fontes utilizadas e chegar a conclusões a partir dos factos apresentados (DeBoer, 2000).

Desde o século XIX, o ensino das ciências e a literacia científica têm apresentado diversos objectivos (DeBoer, 2000): *i)* ensinar e aprender ciência como uma força cultural do mundo moderno; *ii)* preparar para o mundo do trabalho; *iii)* ensinar e aprender ciência directamente relacionada com o dia-a-dia; *iv)* ensinar os alunos a serem cidadãos informados; *v)* aprender ciência como uma forma particular de examinar o mundo natural; *vi)* compreender artigos sobre ciência que surgem nos meios de comunicação social; *vii)* aprender sobre ciência pela sua estética sedutora; *viii)* preparar cidadãos que criem empatia pela ciência; *ix)* compreender a natureza e importância da tecnologia e a relação entre esta e a ciência. Actualmente, o ensino das ciências pretende formar cidadãos que considerem a ciência interessante e relevante, que consigam aplicar os conhecimentos científicos e tecnológicos no seu dia-a-dia e que sejam capazes de participar em debates de questões de natureza científica/tecnológica (Vieira, 2007). A aproximação das ciências aos problemas do quotidiano deve ser adequada ao nível de ensino e ao contexto socio-cultural dos alunos, ou seja, o ensino das ciências deve ter relevância para assim ser mais efectivo.

Em Portugal, a educação em ciência, em particular na área da biologia, passa pelo desenvolvimento no aluno de uma série de competências cuja finalidade é formar cidadãos cientificamente literatos, ou seja, capazes de conhecer factos, conceitos, teorias, princípios e métodos/procedimentos científicos, com capacidade de aplicar os conhecimentos científicos às situações do quotidiano, assim como de compreender a interacção entre a ciência, tecnologia e a sociedade, e de desenvolver atitudes e interesses relacionados com a ciência (Reis, 2008). Para tal, é necessário seleccionar, entre outras coisas, ferramentas de ensino e aprendizagem adequadas e praticar uma “educação em ciência” (dá ênfase ao conhecimento substantivo/científico), “educação sobre ciência” (dá ênfase aos processos de ciência – metodologias, experimentação e validação) e “educação pela ciência” (dá ênfase ao desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes necessárias ao exercício de cidadania – perspectiva crítica e actuante sobre o mundo) (Ramos, 2004; Reis, 2008). O programa de biologia do 12º ano (Mendes *et al.*, 2004) apresenta, tal como anteriormente referido, uma série de sugestões metodológicas que visam a promoção e o desenvolvimento de diversas competências ao longo do ano lectivo. As actividades práticas são uma dessas sugestões e, de acordo com o programa, devem

ser parte integrante e fundamental dos processos de ensino-aprendizagem dos conteúdos de todas as unidades e ser de natureza diversa. Para além disso, o programa reforça o desenvolvimento de actividades práticas que promovam, nos alunos, a planificação experimental, de preferência com recurso a manipulação e controlo de variáveis e decisão sobre a utilização de réplicas. O programa frisa, ainda, que as actividades práticas devem incorporar as dimensões teóricas e práticas da biologia e que cabe ao professor decidir quanto ao grau de abertura das mesmas.

A aprendizagem da ciência deve, assim, basear-se em situações que potenciem a interacção dinâmica entre conteúdos e processos. Neste sentido, as actividades práticas permitem aos alunos mobilizar saberes conceptuais e processuais, e uma (re)construção progressiva e contínua da sua compreensão do que os rodeia (Almeida, 2001).

3. ACTIVIDADES PRÁTICAS

De acordo com Hodson (1988, citado por Dourado, 2001) entende-se por actividade prática toda a actividade em que o aluno se envolve activamente, quer no domínio psicomotor, quer no cognitivo e no afectivo. As actividades práticas permitem promover uma aprendizagem significativa, uma vez que estimulam o envolvimento intelectual e emocional do aluno, necessário à ligação entre o conhecimento conceptual e o processual, assim como a relação entre o que os alunos aprendem nas aulas de ciências e o seu dia-a-dia (Pedrosa, 2001). Contudo, para que uma actividade prática possa criar no aluno um desafio intelectual que o mantenha interessado em compreender fenómenos, relacionar situações, produzir interpretações e elaborar previsões, é necessário questionar, reflectir, interagir, responder a perguntas, planear formas de testar ideias prévias e confrontar opiniões (Martins *et al.*, 2006). Existem diversas actividades práticas que podem ser realizadas em contexto de ensino-aprendizagem, tais como: resolução de problemas/exercícios de papel e lápis, trabalho laboratorial, trabalho experimental, pesquisa de informação, demonstrações, saídas de campo, visitas de estudo e utilização de programas informáticos de simulação (Leite, 2001). Deste modo, e de acordo com Hodson (1998, citado por Leite, 2001), as actividades práticas englobam as actividades laboratoriais, as actividades de campo e as actividades experimentais; sendo as actividades experimentais transversais às laboratoriais e às de campo, tal como se

explicita na figura 1. Neste sentido, as actividades laboratoriais são aquelas que envolvem a utilização de material de laboratório e, como tal, ocorrem em laboratório ou numa sala que cumpra os requisitos de segurança para a sua manipulação. As actividades de campo, também podem recorrer ao uso de material de laboratório, mas, como o próprio nome indica, ocorrem ao ar livre. Quando as actividades envolvem controlo ou manipulação de variáveis, dizem-se experimentais. Assim, as actividades laboratoriais podem ou não ser experimentais, o mesmo se verificando relativamente às actividades de campo.

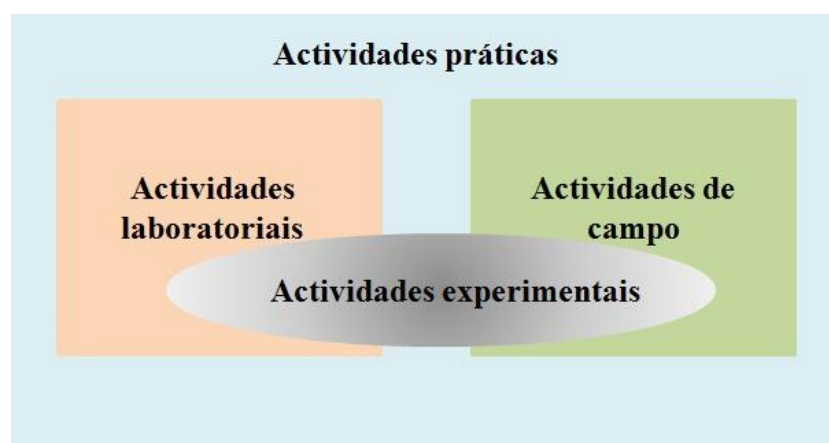


Figura 1. Relação entre actividades práticas, laboratoriais, de campo e experimentais (adaptada de Leite, 2001).

3.1. Actividades laboratoriais

As actividades laboratoriais foram integradas no ensino das ciências no século XIX. A finalidade destas actividades, desde a sua implementação no ensino, tem sofrido alterações, tendo já sido utilizadas, meramente, como verificativas/demonstrativas de teorias, ou como investigativas, sendo ponto de partida para as teorias (Leite, 2001). A justificação para a utilização deste tipo de actividades no ensino das ciências divide opiniões: uns acreditam que elas são importantes pois os alunos mais facilmente esquecerão o que ouviram, do que o que fizeram; outros que as ciências são disciplinas experimentais e devem ser ensinadas como tal; e por fim, outros que as ciências são muito mais do que conceitos e teorias, são ideias e conceitos inventados, e como tal a realização destas actividades torna-se pertinente (Leite, 2006). Segundo esta autora (Leite, 2006), uma questão importante relativamente às actividades laboratoriais, é que estas, muitas das vezes, mostram *o que acontece*, mas não mostram *por que acontece*. Deste modo, torna-se essencial

conhecer de que forma as actividades laboratoriais devem ser organizadas para ajudar os alunos a compreender os diversos fenómenos e explicações revelados pelos cientistas. Assim, as actividades laboratoriais devem permitir que os alunos tomem decisões e utilizem conhecimentos (conceptuais e procedimentais), ou seja, que os alunos aprendam a fazer ciência (Leite, 2000). Para tal, o procedimento deve ser adequado ao objectivo que se pretende alcançar com a realização da actividade laboratorial (Leite, 2006).

As actividades práticas, em particular as laboratoriais, têm dois grandes objectivos: promover a aprendizagem conceptual e promover a aprendizagem procedimental (Coelho & Leite, 1997). Para além de, segundo Hodson (1994, citado por Leite, 2000) promoverem a motivação do aluno e o desenvolvimento de atitudes científicas (pensamento crítico, rigor, criatividade, etc.). Contudo, para se alcançar estes objectivos, é importante que a actividade a desenvolver se concentre nas aprendizagens a realizar. Assim, a actividade deve ser cuidadosamente planeada, tendo em consideração as ideias prévias dos alunos em relação à situação em estudo, o tempo necessário para a realização da actividade, as habilidades necessárias e aspectos relacionados com segurança (Borges, 2002); para além dos objectivos relacionados com a promoção da aprendizagem do conhecimento conceptual (reforço de conceitos ou construção de novos) e do conhecimento procedimental (domínio de técnicas laboratoriais) (Coelho & Leite, 1997). As actividades laboratoriais não devem ter um protocolo tipo receita, ou seja, não devem ser demasiado fechadas (Leite & Esteves, 2005), a fim de promoverem a motivação do aluno e o desenvolvimento de atitudes científicas.

Na literatura estão descritos diversos tipos de actividades laboratoriais, que se definem de acordo com o objectivo que pretendemos alcançar com a sua realização (Coelho & Leite, 1997; Leite 2000). No quadro 1 apresentam-se tipologias de actividades laboratoriais de acordo com o seu objectivo principal.

Quadro 1. Diferentes tipologias de actividades laboratoriais (retirado de Leite, 2000).

Objectivo principal		Tipo de actividade
Técnicas e <i>skills</i> laboratoriais		• Exercícios
Conhecimento conceptual	Reforço	• Actividades para aquisição de sensibilidade acerca de fenómenos • Actividades ilustrativas
	Construção	• Experiências orientadas para a determinação do que acontece • Investigações
	Reconstrução	• Prevê-Observa-Explica-Reflecte (com procedimento laboratorial incluído) • Prevê-Observa-Explica-Reflecte (sem procedimento laboratorial incluído)
Metodologia científica		• Investigações

De acordo com Leite (2000), apenas as actividades de investigação e de Prevê-Observa-Explica-Reflecte (sem procedimento laboratorial incluído) permitem ao aluno adquirir conhecimento novo e ter um comportamento, no laboratório escolar, semelhante ao de um cientista num laboratório de investigação. Deste modo, poder-se-á afirmar que são preferíveis as actividades laboratoriais de carácter mais aberto, às de carácter mais fechado.

3.1.1. Grau de abertura das actividades laboratoriais

O grau de abertura de uma actividade laboratorial pode ser medido pelo nível de envolvimento exigido ao aluno. Deste modo, quanto maior é o grau de abertura de uma actividade laboratorial, maior é o envolvimento cognitivo exigido ao aluno na sua realização (Coelho & Leite, 1997). Segundo Borges (2002), uma actividade laboratorial é considerada aberta, quando

cabe ao estudante toda a solução, desde a percepção e geração do problema; sua formulação em uma forma suscetível de investigação; o planeamento do curso de suas acções; a escolha dos procedimentos, a seleção dos equipamentos e materiais, a preparação da montagem experimental, a realização de medidas e observações necessárias; o registro dos dados em tabelas e gráficos; a interpretação dos resultados e enumeração das conclusões (p. 304).

Sendo, por oposição, considerada fechada quando o problema, procedimentos e recursos são fornecidos ao aluno, cabendo a este o papel de registar dados e

confirmar ou tirar conclusões (Borges, 2002). Situações intermédias caracterizam diferentes graus de abertura. Assim, de acordo com Tamir (1991, citado por Borges, 2002), existem quatro níveis de categorização das actividades investigativas, que podem ser transpostos para as actividades laboratoriais (quadro 2).

Quadro 2. Níveis de investigação de actividades laboratoriais (adaptado de Borges, 2002).

Nível de investigação	Problema	Procedimento	Conclusão
0	✓	✓	✓
1	✓	✓	✗
2	✓	✗	✗
3	✗	✗	✗

✓ - é fornecido; ✗ - não é fornecido

O nível 0 corresponde a uma actividade onde o problema e o procedimento são fornecidos, restando ao aluno recolher dados e confirmar a conclusão, também ela fornecida, sendo, assim, considerada uma actividade fechada. O nível 1 é bastante semelhante ao anterior, mas o aluno, para além de recolher dados, terá que obter conclusões. No nível 2, o aluno fica responsável por elaborar um procedimento para o problema que lhe é dado, recolher dados e obter conclusões. O grau máximo de abertura de uma actividade corresponde ao nível 3, onde o aluno é responsável por tudo, desde a formulação do problema, até à obtenção de conclusões. Contudo, é importante destacar que, para um aluno sem conhecimento de conteúdos e sem experiência laboratorial prévia, uma actividade aberta pode ser considerada difícil (Borges, 2002). No entanto, o autor refere, ainda, que alunos nestas condições conseguem formular problemas simples e planear a sua resolução em laboratório.

A compreensão e formulação do problema são as etapas mais complicadas para os alunos. De acordo com Borges (2002), as etapas de formulação, planificação e resolução do problema não são lineares, ou seja, não ocorrem sequencial e independentemente umas das outras. Assim, ao estudar o modo com os alunos resolvem problemas, o autor refere que será difícil reconhecer, claramente, estas etapas, e observar progressos rápidos no desempenho e autonomia dos alunos. Deste modo, cabe ao professor adequar as suas práticas ao grupo de alunos que tem a seu encargo, orientá-los e motivá-los durante este tipo de actividades laboratoriais, mas tendo em mente que “ensinar e aprender a pensar criticamente é difícil e requer tempo” (Borges, 2002, p. 306).

3.1.2. Avaliação das actividades laboratoriais

A avaliação é indispensável para avaliar a validade e adequação da estratégia de um professor, e, não só avaliar o produto final da aprendizagem, mas todo o seu processo. Estão prescritas três funções para a avaliação, diagnóstica, reguladora, e certificativa, cuja complementaridade e não exclusividade o professor deve conhecer e praticar (Gaspar & Roldão, 2007). A função diagnóstica avalia o aluno relativamente à aprendizagem que se pretende realizar e permite ao professor organizar e gerir da melhor forma a sua acção. A função reguladora permite controlar o processo de aprendizagem, por exemplo, verificar se o aluno está a aprender ou não, permitindo ao professor reorganizar a sua estratégia. Relativamente à função certificativa, esta permite verificar e situar o grau de desempenhado de cada aluno face aos objectivos inicialmente propostos, atribuindo a cada aluno uma classificação (que pode ser quantitativa ou qualitativa). A avaliação permite, então, fazer um balanço das aprendizagens dos alunos e da acção de ensinar do professor. Ou seja, a avaliação deve ser utilizada como instrumento de reflexão e reapreciação do trabalho desenvolvido pelo professor e, também, do trabalho desenvolvido pelos seus alunos. Relativamente aos alunos, a avaliação não deve ser meramente sumativa, restringindo-se apenas à função certificativa, uma vez que num ensino por competências e onde o aluno é convidado a aprender a aprender, o decorrer das aprendizagens também deve ser alvo de avaliação. Deste modo, permitindo ao aluno situar-se e perceber onde, eventualmente, precisa de melhorar e/ou se está a ir pelo bom caminho, aumentando a sua autonomia (Fernandes, 2005). Tal, poderá ser concretizado através do feedback dado pelo professor e também pelo recurso à auto-avaliação no final de uma tarefa, por exemplo. Outro aspecto importante relativamente à avaliação prende-se na necessidade de clarificação dos critérios de avaliação, por parte do professor, pelos quais os alunos serão avaliados durante as práticas lectivas. Critérios, esses, que podem ser negociados com os alunos, tornando o processo avaliativo mais aberto e participativo. A avaliação torna-se, assim, uma das componentes mais importantes para a melhoria do ensino e das aprendizagens, promovendo a reflexão e análise crítica dos seus intervenientes (Gaspar & Roldão, 2007).

A avaliação de actividades práticas, nomeadamente de actividades laboratoriais, pode ser feita através da utilização de três técnicas/instrumentos (Leite,

2000): *i*) observação (estruturada ou não); *ii*) inquérito (questionário, teste, entrevista); e *iii*) análise de documentos (mapas de conceitos, apresentações, portefólios, relatórios). As técnicas e os instrumentos utilizados no âmbito deste trabalho são apresentados, mais detalhadamente, no capítulo IV (Métodos e Procedimentos) deste documento.

Capítulo III – PROPOSTA DIDÁCTICA: MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação científica da temática leccionada no âmbito deste trabalho investigativo, onde se expõem os conceitos principais inerentes à mesma. Ainda nesta secção, é apresentada a fundamentação didáctica das estratégias de ensino-aprendizagem implementadas. Desta fundamentação fazem parte a contextualização da temática, sua organização e análise das tarefas propostas; a sua avaliação é também brevemente descrita neste capítulo. No último ponto apresentam-se as descrições das aulas leccionadas e respectivas reflexões.

1. FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

Neste ponto apresenta-se uma breve revisão teórica dos conceitos científicos abordados no âmbito da temática “Microrganismos e Indústria Alimentar”. Esta breve revisão teórica foi elaborada com base em bibliografia da especialidade e serviu de sustentação científica para o desenvolvimento dos diversos conteúdos ao longo da intervenção.

1.1. Fermentação e actividade enzimática

Desde a Antiguidade que os alimentos têm vindo a ser transformados com o objectivo de prolongar a sua vida útil e melhorar as suas qualidades sensoriais. A utilização de microrganismos e enzimas na produção de alimentos constitui um exemplo de aplicação biotecnológica na indústria alimentar. Os microrganismos são utilizados para transformar os alimentos através de processos fermentativos e as enzimas para acelerar reacções químicas específicas (Macedo, Venâncio & Malcata, 2003).

1.1.1. Microrganismos fermentativos

Os alimentos que consumimos, raramente estão estéreis, ou seja, contêm microrganismos (seres de reduzidas dimensões). A sua presença nos alimentos pode ter diferentes efeitos: causar degradação, provocar doenças alimentares ou originar alterações benéficas nas suas propriedades, transformando-os. Neste último caso, os microrganismos têm um papel importante na produção de alimentos, através de um processo que se designa fermentação (Adams & Moss, 2008). A estes novos alimentos, resultantes da acção fermentativa de determinados microrganismos, dá-se a designação de alimentos fermentados. Estes foram descobertos muito tempo antes do conhecimento científico sobre microrganismos e dos efeitos da sua actividade. Originalmente, a relevância das alterações provocadas por microrganismos terá estado relacionada com o facto de permitirem aumentar o tempo de conservação do alimento e o tornarem mais seguro para consumo. Actualmente, outros métodos de produção e conservação de alimentos permitem obter produtos alimentares tão ou mais seguros e duradouros que os alimentos fermentados; embora isso não tenha diminuído o seu consumo. Os alimentos fermentados são, maioritariamente, produzidos por bactérias ácido-lácticas e fungos, principalmente leveduras (Adams & Moss, 2008). Tanto as bactérias ácido-lácticas como os fungos conseguem crescer em ambientes com valores de pH baixos, com reduzida actividade da água (a_w) e, em alguns casos, em condições anaeróbicas. Seguidamente, apresenta-se uma descrição mais pormenorizada destes dois tipos de organismos.

1.1.1.1. Leveduras

As leveduras pertencem ao reino Fungi, que compreende organismos eucariontes, maioritariamente multicelulares, heterotróficos e com parede celular composta por quitina (Purves, Sadava, Orians & Heller, 2003). Os fungos possuem, ainda, uma nutrição por absorção, através da produção de enzimas digestivas que quebram as moléculas dos seus alimentos, que são posteriormente absorvidas. Existem fungos unicelulares em todos os filós deste reino, e aqueles que, com esta característica, pertencem aos filós Zygomycota, Ascomycota e Basidiomycota são chamados de leveduras. As leveduras apresentam, maioritariamente, reprodução assexuada, por gemulação, ou, no caso de *Schizosaccharomyces*, por fissão binária; há ainda casos de leveduras com reprodução sexuada (Purves *et al.*, 2003; Adams &

Moss, 2008). A maioria das leveduras consegue crescer em condições de anaerobiose, produzindo energia através de um processo fermentativo. Contudo, a maior parte destas leveduras capazes de crescer em condições de anaerobiose, cresce de modo mais eficiente em condições de aerobiose, uma vez que, nestas condições, as exigências nutricionais são mais baixas (Adams & Moss, 2008). Apesar de serem conhecidas diversas leveduras, apenas algumas são utilizadas na produção de alimentos fermentados. A levedura mais frequentemente encontrada em bebidas fermentadas e alimentos à base de frutas e vegetais é a *Saccharomyces cerevisiae*. Todas as estirpes desta espécie têm a capacidade de fermentar a glucose, e algumas de fermentar a sacarose, maltose e rafinose. Contudo, nenhuma possui a capacidade de fermentar a lactose (Adams & Moss, 2008). Existem, ainda, outras espécies de leveduras que são comumente isoladas de diversos alimentos fermentados, tais como *Schizosaccharomyces pombe*, *Kluyveromyces marxianus*, *Candida kefir*, *Zygosaccharomyces rouxii* e *Saccharomycopsis fibuligera*.

1.1.1.2. Bactérias ácido-láticas

As bactérias ácido-láticas pertencem ao domínio Bacteria, sendo organismos procariontes, unicelulares, com forma de cocos ou bacilos, gram-positivos, com uma espessa camada de peptidoglicano na sua parede celular, e que não formam esporos (Purves *et al.*, 2003; Adams & Moss, 2008). A maior parte das bactérias ácido-láticas são anaeróbias aerotolerantes, assim como catalase e oxidase negativas. Estes organismos obtêm energia a partir da fermentação de hidratos de carbono, que origina ácido láctico (Adams & Moss, 2008). Os principais géneros de bactérias ácido-láticas são *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* e *Pediococcus*; alguns autores consideram, também, o género *Bifidobacterium* como pertencente a este grupo (Adams & Moss, 2008). Dentro do género *Lactobacillus*, as espécies *L. plantarum*, *L. casei*, *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. bulgaricus* e *L. kefir*, são as mais comumente associadas a alimentos fermentados; destacam-se, ainda, as espécies *Streptococcus thermophilus* e *Pediococcus pentosaceus*. As bactérias pertencentes aos géneros *Streptococcus*, *Pediococcus* e, algumas ao género, *Lactobacillus* são homoláticas (glucose → ácido láctico); enquanto as bactérias pertencentes ao género *Bifidobacterium* e *Leuconostoc* são heteroláticas (glucose → ácido láctico + ácido acético (etanol) + dióxido de carbono) (Lee, 2009). As bactérias ácido-láticas são, também, responsáveis pela melhoria da qualidade e da segurança

dos alimentos onde se encontram incluídas, devido às suas propriedades antimicrobianas e probióticas.

As bactérias ácido-láticas possuem a capacidade de inibir o crescimento de outros microrganismos. O principal factor envolvido nesta inibição é a produção de ácido láctico e, em alguns casos, ácido acético, que leva a uma diminuição do pH do meio (Adams & Moss, 2008). Muitos microrganismos não conseguem crescer em condições de baixo pH, sendo por isso inibidos na presença destas bactérias. Para além desta alteração de pH, muitas bactérias ácido-láticas produzem péptidos, bacteriocinas, que inibem o crescimento de outras bactérias. As bacteriocinas são especialmente activas contra bactérias gram-positivas, sendo a nisina (produzida por certas estirpes de *Lactococcus lactis*) a mais comumente utilizada na indústria alimentar (Adams & Moss, 2008). Muitas das bactérias ácido-láticas são designadas de probióticas, termo que foi tornado popular por R. Fuller em 1989 (Ouwehand, Salminen & Isolauri, 2002). Actualmente os probióticos são definidos como organismos vivos que, após ingestão numa certa quantidade, conferem ao hospedeiro benefícios de saúde (Ouwehand *et al.*, 2002), como a inibição de agentes patogénicos entéricos, alívio de prisão de ventre e de diarreias, estimulação do sistema imune, redução do colesterol, entre outros (Adams & Moss, 2008). Contudo, para uma determina estirpe bacteriana ser considerada probiótica, tem que completar uma série de critérios, tais como (Saarela, Mogensen, Fondén, Mättö & Mattila-Sandholm, 2000; Ouwehand *et al.*, 2002): *i*) ser de origem humana; *ii*) sobreviver à passagem pelo tracto intestinal; *iii*) aderir às células da mucosa intestinal; *iv*) possuir boas propriedades tecnológicas; *v*) ser segura, tanto para uso clínico como alimentar; *vi*) ter efeitos benéficos comprovados na saúde do seu hospedeiro; e *vii*) produzir substâncias antimicrobianas.

1.1.2. Fermentação e tipos de fermentação

Todos os seres vivos necessitam de energia, que retiram do seu alimento, para sobreviver. Esta afirmação é válida tanto para organismos autotróficos, que produzem o seu próprio alimento, como para organismos heterotróficos, que se alimentam de outros seres vivos. A glucose ($C_6H_{12}O_6$), uma molécula orgânica, é a principal fonte de energia dos seres vivos. Outras moléculas orgânicas ingeridas são também utilizadas, mas a maior parte é convertida em glucose, ou em compostos

intermédios do metabolismo da glucose. As células obtêm energia da glucose através de um processo oxidativo, que se realiza através de uma série de vias metabólicas (Purves *et al.*, 2003). O metabolismo de uma célula compreende todas as reacções bioquímicas que ocorrem na célula, cuja finalidade é disponibilizar energia para a mesma. Assim, as vias metabólicas são o conjunto de reacções químicas, catalisadas por enzimas, e cujos produtos intermediários servem de substrato para a reacção seguinte, como se exemplifica na figura 2:

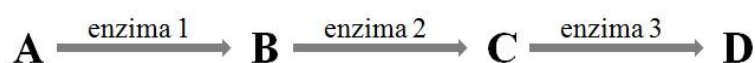


Figura 2. Exemplificação de uma via metabólica (retirada de Purves *et al.*, 2003, p. 119).

Existem vias metabólicas anabólicas, onde ocorre síntese de macromoléculas, e vias metabólicas catabólicas, onde ocorre a degradação de moléculas, reciclagem de monómeros ou a inactivação de substâncias tóxicas. O balanço entre as vias catabólicas e anabólicas varia consoante as necessidades da célula, e, como tal, nesta ocorre uma regulação constante das vias metabólicas (Purves *et al.*, 2003). Para além disso, as vias metabólicas são semelhantes em todos os organismos, desde as bactérias até aos seres humanos.

O metabolismo da glucose na célula pode ser expresso através da seguinte equação química:



Contudo, o metabolismo da glucose é um conjunto de múltiplas reacções químicas controladas e permite que cerca de um terço da energia libertada seja capturada sob a forma de ATP (adenosina trifostato). A molécula de ATP pode ser utilizada pela célula para realizar diversas funções, como por exemplo, no transporte activo de substâncias através da membrana celular. Existem três processos metabólicos envolvidos na utilização da glucose para produção de energia, a saber: glicólise, respiração celular e fermentação (Purves *et al.*, 2003). A glicólise corresponde ao início do metabolismo da glucose em todas as células. Neste processo, que não necessita de oxigénio, a degradação da glucose origina duas moléculas de piruvato (ou ácido pirúvico), sendo libertadas duas moléculas de ATP e duas de NADH (nicotinamida adenina dinucleótido, sob a forma reduzida). Na presença de oxigénio,

cada molécula de piruvato é convertida em três moléculas de CO₂ (dióxido de carbono), ocorrendo a libertação de 36 moléculas de ATP; este processo designa-se respiração celular. Quando não há oxigénio disponível, ocorre uma reacção fermentativa, onde as moléculas de piruvato são convertidas em ácido láctico ou etanol, com formação de duas moléculas de ATP e libertação de dióxido de carbono.

Nos organismos eucariontes, tal como a glicólise, a fermentação ocorre no citoplasma das células, enquanto a respiração celular ocorre nas mitocôndrias (Purves *et al.*, 2003). Existem organismos que vivem em condições de anaerobiose e, como tal, apenas utilizam a via fermentativa para degradar as moléculas de piruvato, são exemplo disso as bactérias e algumas das leveduras anteriormente mencionadas. Existem diferentes tipos de fermentação, alcoólica, láctica e acética, realizadas por diferentes tipos de células bacterianas e, também, por algumas células eucarióticas. Estes tipos de fermentação distinguem-se pelo produto final que originam. Assim, na fermentação láctica, o piruvato é reduzido a ácido láctico, na fermentação alcoólica a etanol e, este último pode ainda ser transformado em ácido acético, na designada fermentação acética. Contudo, do ponto de vista bioquímico, a fermentação acética não constitui uma verdadeira fermentação, uma vez que é a oxidação do etanol que leva à formação de ácido acético. No entanto, uma vez que esta oxidação é levada a cabo por microrganismos, o termo fermentação pode ser utilizado.

A fermentação láctica (figura 3) foi, possivelmente, um dos primeiros processos biológicos cujas propriedades benéficas foram descobertas e utilizado pelos seres humanos (Lee, 2009). Existem diversos alimentos produzidos com base neste tipo de fermentação, são exemplo disso os iogurtes, os leites fermentados, os queijos e o quefir.

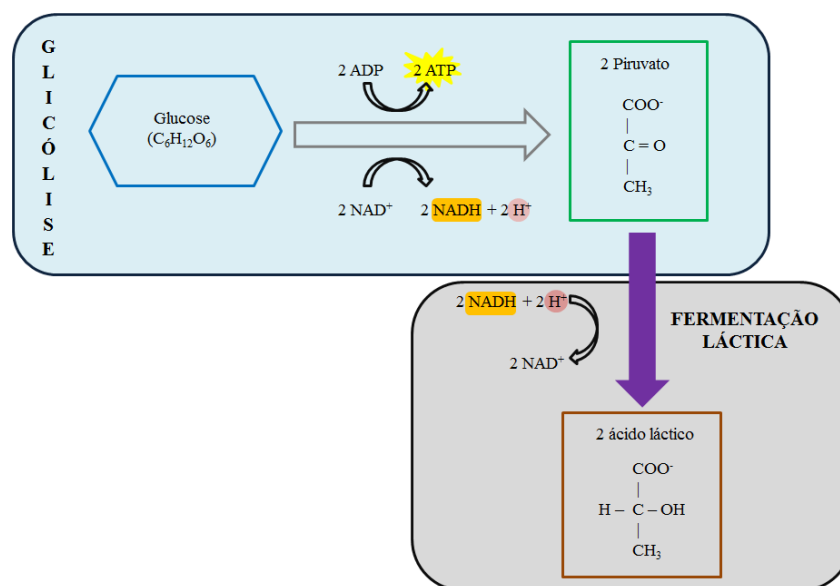


Figura 3. Fermentação láctica: o piruvato resultante da glicólise é transformado em ácido láctico (adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 139) (ADP: adenosina difosfato; NAD⁺: nicotinamida adenina dinucleótido sob a forma oxidada).

Na produção de bebidas alcoólicas, como o vinho e a cerveja, e na produção de pães e bolos, a fermentação alcoólica (figura 4) tem um papel fundamental. No primeiro caso, a produção de etanol que ocorre neste tipo de fermentação é o passo mais importante; enquanto para indústria panificadora, o efeito provocado pela libertação de dióxido de carbono, nesta reação, é extremamente útil e indispensável (Lee, 2009). A fermentação acética (figura 4) ocorre após uma fermentação alcoólica, quando, no final desta última se dá uma exposição ao ar (Lee, 2009). O etanol formado durante a fermentação alcoólica é, então, transformado por bactérias em ácido acético, havendo libertação de água. Os vinagres são o resultado da fermentação acética de fruta e de bebidas alcoólicas, como por exemplo, vinho, vinho de arroz e ponchas.

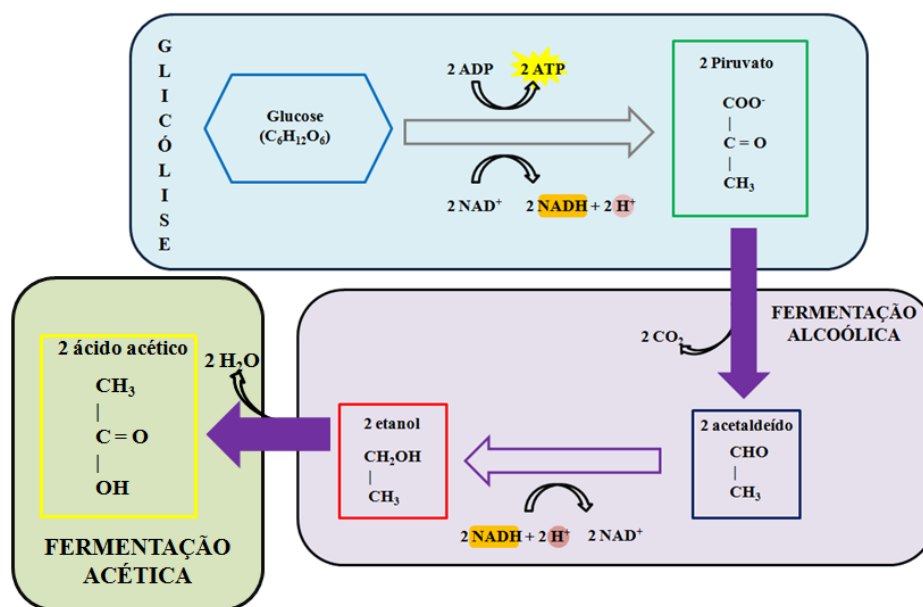


Figura 4. Fermentação alcoólica: o piruvato resultante da glicólise é transformado em acetaldeído, com libertação de dióxido de carbono, e posteriormente em etanol; caso este último seja, em seguida, transformado em ácido acético, ocorre a designada fermentação acética (adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 139).

1.1.2.1. Alimentos fermentados

Actualmente existem diversos alimentos que são produtos de processos fermentativos, sendo, por isso, designados de alimentos fermentados. Neste trabalho investigativo, uma das actividades laboratoriais realizadas pelos alunos contemplava a produção de três alimentos fermentados: iogurte, pão e vinagre. Em seguida, descrevem-se algumas das características destes alimentos.

O iogurte, nome derivado da palavra turca *Jugurt*, tal como o quefir, a manteiga fermentada e as natas ácidas, é um leite fermentado (Adams & Moss, 2008). Os leites fermentados, nomeadamente os iogurtes, diferem dos queijos pelo facto de na sua produção não ser utilizado nenhum coalho e pelo espessamento do leite ser obtido por fermentação láctica, devido à acção de bactérias ácido-lácticas. Deste modo, o iogurte é preparado a partir de leite, leite em pó ou leite enriquecido, que pode ser de origem bovina, caprina ou ovina. A produção de iogurte é simples e executável em poucos passos, conforme se pode verificar na figura 5. Contudo, é fundamental que qualquer que seja a origem e tipo de leite escolhido para tal, este esteja livre de substâncias antimicrobianas, uma vez que a sua presença poderá interferir com a cultura de arranque utilizada no processo de fermentação láctica

(Adams & Moss, 2008). O tratamento térmico a que o leite é, inicialmente, sujeito, destina-se a eliminar eventuais microrganismos e esporos que este possa conter. Depois de homogeneizado, o leite é arrefecido para uma temperatura que varia entre os 40°C e os 43°C, que corresponde à temperatura de incubação.

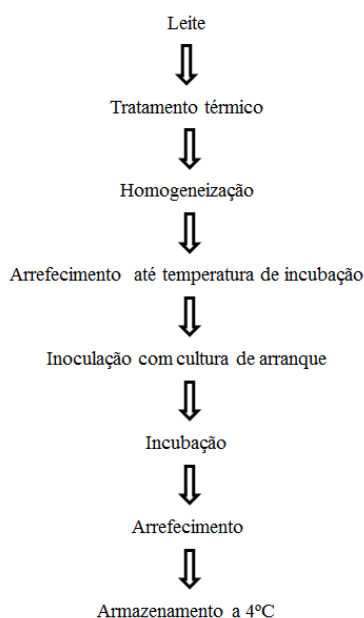


Figura 5. Etapas da produção de iogurte (adaptada de Adams & Moss, 2008, p. 324).

Este intervalo de temperatura, utilizado na incubação, representa um compromisso entre as temperaturas ótimas de crescimentos das duas estirpes utilizadas como cultura de arranque (*S. thermophilus* – 39°C; *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* – 45°C) (Adams & Moss, 2008). A fermentação ocorre durante a incubação. Esta demora cerca de 4 a 8 horas e durante o seu processo, o pH do meio diminui. A fermentação é dada por terminada quando o pH atinge valores entre 4,6 e 4,7 (Adams & Moss, 2008). O iogurte é então arrefecido e armazenado a uma temperatura de 4°C. No caso da produção de iogurtes aromatizados ou com pedaços de fruta, após a fermentação, e antes do armazenamento a 4°C, o iogurte é arrefecido para 15-20°C, temperatura em que são adicionados os aromas e a fruta.

No processo de fabrico de pão, a fermentação alcoólica, levada a cabo pela levedura *S. cerevisiae*, representa um papel fundamental. Os produtos desta fermentação são, como anteriormente referidos, o etanol e o dióxido de carbono. Este último, irá formar bolhas de ar que ficam aprisionadas na massa e que,

consequentemente, irão originar a estrutura alveolar característica do miolo do pão. O etanol produzido irá evaporar-se durante o cozimento do pão. Deste modo, a quantidade de leveduras e a temperatura a que ocorre a fermentação são os principais factores que determinam a intensidade do processo. A temperatura óptima de crescimento e fermentação da levedura utilizada no fabrico do pão situa-se entre os 28°C e os 32°C (Lee, 2009), sendo, por isso, esta a temperatura ideal a que a massa do pão deve ser deixada a levedar. A levedura deve ser adicionada numa quantidade que represente 1-6 % da quantidade, em peso, de farinha utilizada (Lee, 2009). Assim, na produção de pão, após a mistura da farinha e dos restantes ingredientes, devem juntar-se as leveduras, deixando, em seguida, a massa a levedar durante cerca de 60 minutos, a uma temperatura entre os 28°C e os 32°C. Em seguida, a massa deve ser cozida num forno, a uma temperatura de cerca de 200°C, que permitirá a evaporação do etanol e a morte das leveduras.

O vinagre, cujo nome deriva do francês *vin aigre* (vinho azedo), é um produto que resulta de duas etapas fermentativas, uma alcoólica, outra acética (Adams & Moss, 2008). Durante a fermentação alcoólica, pela acção de leveduras, em anaerobiose, o açúcar é convertido em álcool. Este é, por fim, oxidado em ácido acético pela acção de bactérias aeróbias dos géneros *Acetobacter* e *Gluconobacter* (fermentação acética). Esta fermentação é responsável pela degradação de diversas bebidas alcoólicas, nomeadamente do vinho. Contudo, terá sido a percepção de que produto de degradação poderia ter alguma utilidade (por exemplo, aromatização e conservação de certos alimentos), que levou à descoberta do vinagre. Industrialmente o vinagre é produzido a partir das substâncias que ficam retidas, num filtro, após a filtração de bebidas alcoólicas, como o vinho. Estas substâncias são recolhidas e armazenadas durante 1 a 2 anos num tanque de armazenamento. Durante o processo de armazenamento, os hidratos de carbono e proteínas presentes vão ser hidrolisados, devido à acção de microrganismos e enzimas, e, consequentemente, convertidos em álcool, outros nutrientes e substâncias aromáticas (Lee, 2009). Após o tempo de armazenamento, o produto resultante é misturado com água e sujeito a uma filtração. O filtrado resultante é aquecido a 70°C e, posteriormente, arrefecido até 36-38°C, através da adição de uma mistura de vinagre novo. Em seguida, ocorre a reacção fermentativa pela acção de *Acetobacter*, durante cerca de um a três meses. O vinagre é, finalmente, envelhecido, à temperatura ambiente, durante cerca de meio ano e

filtrado antes de ser usado. O vinagre pode, ainda, ser obtido de uma forma mais artesanal, pela adição de vinagre (funciona como inóculo) a vinho, ou deixando o vinho destapado. Em ambos os casos, aconselha-se a que o preparado seja agitado, de vez em quando, com o objectivo de oxigenar o mesmo e, deste modo, facilitar a fermentação acética.

1.1.3. Actividade enzimática

De acordo com a segunda lei da termodinâmica, uma reacção química pode ocorrer espontaneamente se originar uma maior desordem no universo. O critério utilizado para expressar, em termos quantitativos, o aumento da desordem no universo, designa-se energia livre (G) de um sistema (Alberts, Johnson, Lewis, Raff, Roberts & Walter, 2008). Esta energia livre é utilizada pelas células para realizarem todas as reacções químicas de crescimento, divisão e manutenção celular (Purves *et al.*, 2003). A alteração da energia livre (ΔG) de qualquer reacção química é expressa pela seguinte equação (Purves *et al.*, 2003):

$$\Delta G_{\text{reacção}} = G_{\text{produtos}} - G_{\text{reagentes}}$$

podendo esta variação ser positiva ou negativa. Assim, quando ΔG é negativa, ocorre libertação de energia, sendo a reacção considerada energeticamente favorável – reacção exotérmica; quando ΔG é positiva, ocorre captação de energia livre para que a reacção se dê, sendo a reacção considerada energeticamente desfavorável – reacção endotérmica (Purves *et al.*, 2003; Alberts *et al.*, 2008). Contudo, esta variação de energia (ΔG), por si só, não traduz nenhuma informação sobre a velocidade a que a reacção se dá.

Para que ocorra uma reacção química, em que uma molécula se altere para outra mais estável, é necessária uma energia inicial, designada energia de activação (Alberts *et al.*, 2008). Nas células estas reacções seriam extremamente lentas se não existissem enzimas. Estas têm, assim, a capacidade de diminuir a energia de activação de uma determinada reacção (figura 6).

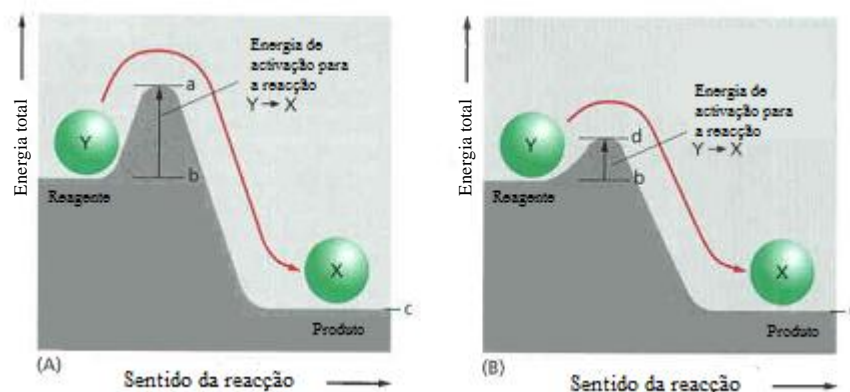


Figura 6. Energia de activação necessária para que a reacção de transformação do reagente Y em produto X ocorra; na situação (A) na ausência de uma enzima (b-a), na situação (B) na presença de uma enzima (b-d). Para que a reacção inversa ocorra ($X \rightarrow Y$), a energia a fornecer será muito superior (c-b), tornando esta reacção mais difícil de ocorrer (retirada e adaptada de Alberts *et al.*, 2008, p. 73).

No entanto, a adição de uma enzima a uma reacção não altera a diferença de energia livre (ΔG) entre reagentes e produtos, ou seja, as enzimas diminuem a energia de activação necessária para o início da reacção, mas não afectam o seu equilíbrio (figura 7) (Purver *et al.*, 2003; Alberts *et al.*, 2008).

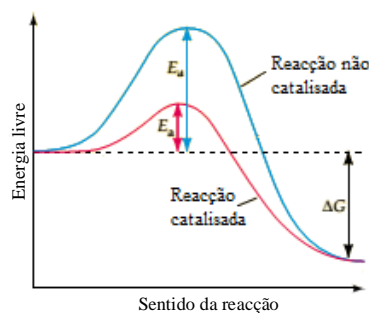


Figura 7. Influência das enzimas na energia de activação (E_a) e na variação da energia livre (ΔG) (retirada e adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 115).

De acordo com o que foi anteriormente mencionado, nas células de diferentes organismos ocorrem diversas reacções de anabolismo e de catabolismo, que são parte integrante das mais diversificadas vias metabólicas presentes nesses mesmos organismos. Em regra, as reacções presentes nas vias metabólicas são mediadas pela acção de enzimas. As enzimas são moléculas de natureza proteica que medeiam todas as transformações químicas de quebra ou síntese de ligações covalentes, que ocorrem na célula (Alberts *et al.*, 2008). Estas moléculas proteicas possuem a

capacidade de acelerar, ou catalisar, as reacções químicas em que estão envolvidas, funcionando como catalisadores biológicos, ou biocatalisadores. Durante uma reacção catabolizada por enzimas, estas ligam-se a um ligando, designado substrato, e convertem-no num produto químico modificado, podendo este tipo de reacção ocorrer rapidamente e vezes sem conta. Este substrato liga-se a um local específico da enzima, designado por centro activo, onde ocorre a reacção catalisada, podendo uma enzima ter um ou mais centros activos (Purves *et al.*, 2003). A especificidade de uma enzima resulta da forma e estrutura tridimensional do seu centro activo, onde apenas uma gama restrita de substratos se consegue encaixar. A ligação de um substrato ao centro activo de uma enzima leva à formação do complexo enzima-substrato (figura 8).

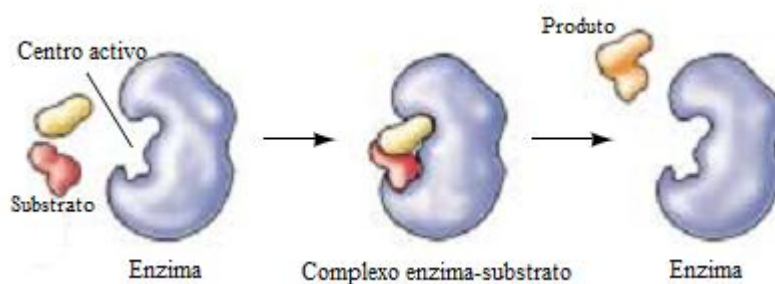


Figura 8. Ligação do substrato ao centro activo da enzima e, conseqüente, formação do complexo enzima-substrato. No final da reacção o complexo desfaz-se e liberta-se o produto (retirada e adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 115).

A ligação da enzima ao substrato pode alterá-la quimicamente. No entanto, no final da reacção, quando a enzima se encontra livre do substrato, a sua estrutura química é igual à inicial. A especificidade de uma enzima para um determinado substrato pode ser absoluta ou relativa. Ou seja, uma enzima tem especificidade absoluta quando apenas possui afinidade para um determinado substrato e especificidade relativa quando possui afinidade para mais do que um substrato (Purves *et al.*, 2003). Existem, actualmente, dois modelos que explicam o modo como ocorre a ligação da enzima a um substrato.

Em 1894, o alemão Emil Fisher comparou a ligação de uma enzima ao seu substrato com a ligação de uma chave a uma fechadura – modelo chave-fechadura. Este modelo foi considerado válido durante várias décadas, mas apenas em 1965, com os trabalhos de David Philips e seus colaboradores, surgiu a sua confirmação. Esta equipa de investigação determinou a estrutura molecular terciária da enzima

lisozima e observou a existência de uma reentrância onde o substrato se encaixava (Purves *et al.*, 2003). No entanto, existem enzimas cuja estrutura se altera na presença do substrato, levando à exposição do(s) centro(s) activo(s) (figura 9). Ou seja, a presença do substrato induz uma alteração na enzima que permite a ligação entre ambos – modelo de encaixe induzido.

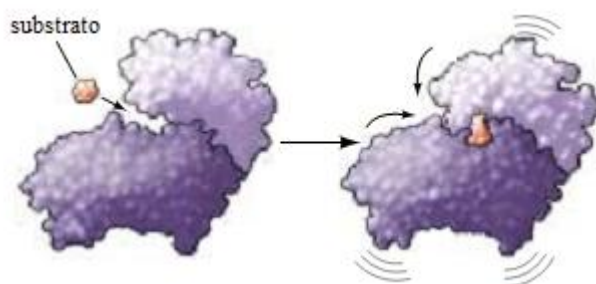


Figura 9. Alteração da forma da enzima devido à ligação do substrato. O substrato induz uma alteração na forma da enzima, melhorando acção catalisadora da mesma (retirada e adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 117).

Muitas enzimas, para funcionarem correctamente, necessitam da presença de outras moléculas, tais como cofactores, coenzimas e grupos prostéticos (Purves *et al.*, 2003). Os cofactores são iões inorgânicos, como o cobre, zinco ou ferro, que se ligam, temporariamente, à enzima e são essenciais para o funcionamento desta. As coenzimas são moléculas que contêm átomos de carbono, geralmente de dimensões reduzidas quando comparadas com a enzima a que se ligam temporariamente. São exemplo de coenzimas as moléculas de biotina, NAD, ATP, FAD (flavina adeninda dinucleótido) e a coenzima A. As moléculas pertencentes a um determinado grupo prostético ligam-se, permanentemente, às suas enzimas, como por exemplo o grupo heme que se liga à proteína hemoglobina. Ao complexo formado pela enzima e seu cofactor, coenzima ou grupo prostético, dá-se a designação de holoenzima; à enzima separada do respectivo cofactor, coenzima ou grupo prostético, atribui-se a designação de apoenzima.

Numa determinada reacção do tipo $X \rightarrow Y$, a velocidade da reacção não catalisada é directamente proporcional à concentração de X (substrato); quanto maior a sua concentração, mais reacções ocorrem por unidade de tempo (figura 10) (Purves *et al.*, 2003). Quando uma enzima, apropriada, é adicionada à reacção, a sua

velocidade aumenta. Inicialmente, à medida que a concentração de substrato aumenta, a velocidade da reacção aumenta.

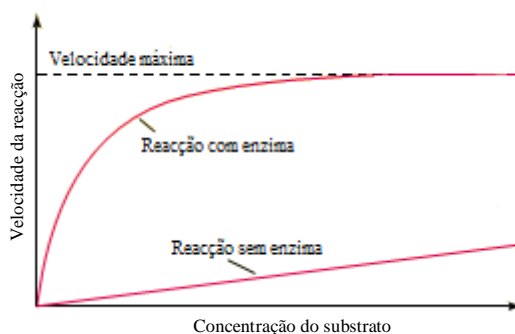


Figura 10. Velocidade de uma reacção do tipo $X \rightarrow Y$ na presença e ausência de uma enzima catalisadora (retirada e adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 118).

Contudo, a partir de um determinado momento, apesar da concentração do substrato aumentar, a velocidade da reacção permanece constante (figura10), uma vez que, normalmente, a concentração da enzima é inferior à do seu substrato. Ou seja, ocorre um fenómeno de saturação, todas as enzimas estão ligadas ao substrato, trabalhando a uma velocidade máxima, pelo que adição de mais substrato não irá aumentar a velocidade da reacção. Deste modo é possível medir a eficiência de uma enzima, que corresponde ao número de moléculas de substrato que são convertidas em produto, por unidade de tempo, aquando da presença de excesso de substrato. A eficiência de uma enzima pode variar de uma molécula por cada dois segundos, no caso da lisozima, a 40 milhões de moléculas por cada segundo, no caso da catalase do fígado (Purves *et al.*, 2003).

1.1.3.1. Controlo e regulação da actividade enzimática

Numa célula, a actividade enzimática pode ser activada ou inibida de diversos modos, pelo que a presença de uma enzima, numa reacção, não significa que esta esteja funcional. Existem alguns mecanismos de regulação da actividade enzimática (por exemplo, inibidores), assim como factores ambientais (por exemplo, temperatura e pH) que influenciam essa mesma actividade (Purves *et al.*, 2003).

Existem diversos inibidores, naturais e artificiais, que se podem ligar a enzimas e, consequentemente, diminuir ou cessar a sua actividade. Alguns destes inibidores ligam-se permanentemente à enzima, impedindo a ligação desta ao substrato e tornando a inibição irreversível. Outros, por sua vez, após a ligação à enzima, desligam-se da mesma, tornando a inibição reversível. Existem dois tipos de

inibição reversível: *i*) inibição competitiva e *ii*) inibição não competitiva (Purves *et al.*, 2003). No primeiro caso, inibição competitiva, as moléculas inibidoras são de tal modo semelhantes ao substrato de uma enzima, que se ligam ao seu centro activo. No entanto, esta ligação não permite que a enzima catalise qualquer reacção e impossibilita a ligação do substrato natural ao centro activo, competindo o inibidor com este. Esta inibição torna-se reversível quando a concentração do inibidor competitivo diminui, levando à sua libertação do centro activo da enzima, que fica, novamente, operacional (figura 11).

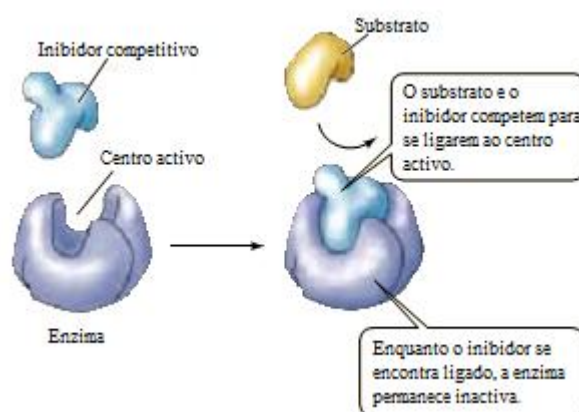


Figura 11. Inibição competitiva (retirada e adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 120).

No segundo caso, inibição não competitiva, o inibidor liga-se à enzima num local distinto do seu centro activo. Contudo, esta ligação, do inibidor à enzima, modifica a conformação da última e, consequentemente, altera o seu centro activo (figura 12).

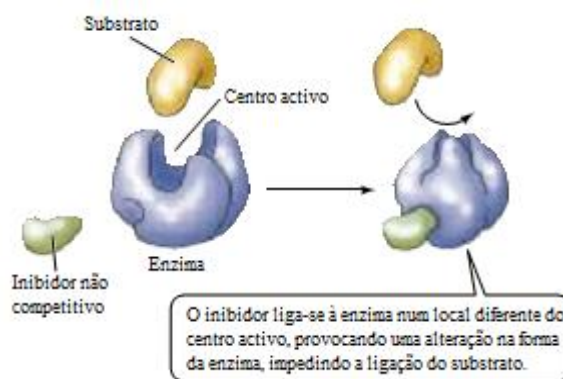


Figura 12. Inibição não competitiva (retirada e adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 120).

Nesta situação, o substrato não se consegue ligar ao centro activo, havendo, contudo, alguns casos em que tal acontece, mas a sua velocidade de transformação em produto diminui. Tal como no caso da inibição competitiva, a enzima volta a ficar totalmente operacional depois do inibidor se desligar. A alteração da forma da enzima, devido à ligação de um inibidor não competitivo, é um exemplo de alosteria. Neste caso, a

ligação do inibidor induz uma alteração da forma da proteína (enzima). Este tipo de enzimas, designadas por enzimas alostéricas, possui uma forma inactiva, na qual o substrato não se consegue ligar, e uma forma activa, na qual o substrato se consegue ligar. A passagem de uma forma para a outra é regulada por um regulador alostérico, que se liga à enzima num local diferente do centro activo, região alostérica, esta também bastante específica. Existem dois tipos de reguladores, a saber: positivos (estabilizam a enzima na sua forma activa) e negativos (estabilizam a enzima na sua forma inactiva) (figura 13) (Purves *et al.*, 2003). A maioria das enzimas alostéricas são proteínas com estrutura quaternária, ou seja, são constituídas por múltiplas subunidades polipeptídicas. O centro activo dessas enzimas encontra-se numa dessas subunidades, designada subunidade catalítica, enquanto o(s) local(ais) reguladores se encontram em subunidades diferentes, a subunidades reguladoras.

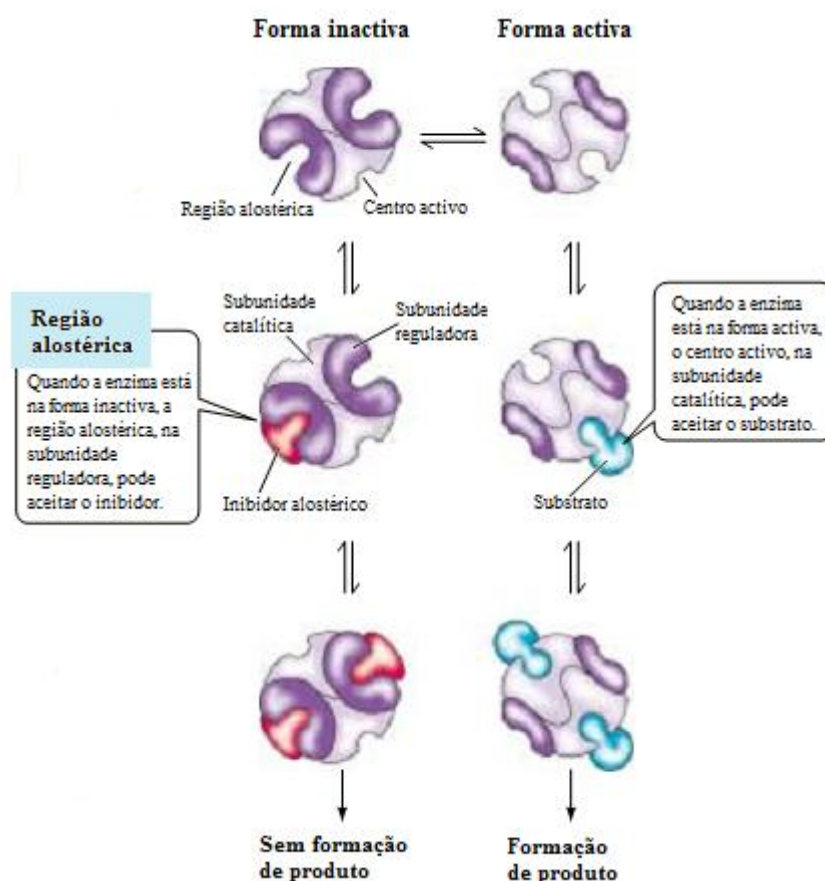


Figura 13. Regulação alostérica de enzimas (retirada e adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 121).

As enzimas alostéricas são extremamente sensíveis às variações de concentração de substrato. O aumento da velocidade da reacção é muito pequeno quando a concentração de substrato é baixa, mas dentro de um determinado intervalo, a

velocidade da reacção torna-se extremamente sensível a pequenas variações na concentração de substrato (figura 14). Devido a esta característica, as enzimas alostéricas representam um papel fundamental na regulação integral de vias metabólicas.

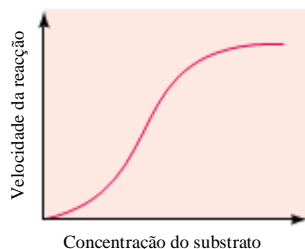


Figura 14. Variação da velocidade da reacção, de enzimas alostéricas, em função da concentração do substrato (retirada e adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 121).

As enzimas, devido à sua estrutura e composição química, são extremamente sensíveis à temperatura e ao pH. Tal como foi anteriormente mencionado, estes factores ambientais interferem com a actividade enzimática. A velocidade a que ocorre uma reacção catalisada por uma enzima depende do pH do meio em que esta se dá. Cada enzima tem um pH óptimo, no qual a sua actividade é máxima (Purves *et al.*, 2003). À medida que o valor do pH do meio se afasta do valor óptimo, ou para mais básico ou para mais ácido, a actividade da enzima diminui (figura 15). Existem diversos factores que contribuem para este efeito do pH sobre as enzimas.

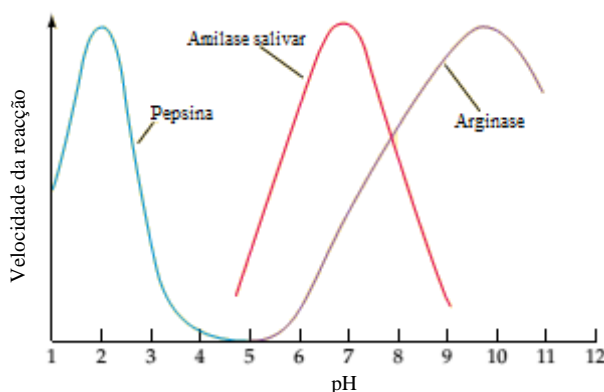


Figura 15. Efeito do pH na actividade enzimática (retirada e adaptada de Purves *et al.*, 2003, p. 122).

Um desses factores é a ionização do grupo carboxilo, do grupo amina e outros grupos presentes quer da enzima, quer do substrato. Por exemplo, o grupo carboxilo ($-\text{COOH}$), em meios básicos ou neutros, liberta H^+ de modo a ficar negativamente carregado ($-\text{COO}^-$). No entanto, se o pH diminuir (elevada concentração de H^+), este grupo volta à forma $-\text{COOH}$. Se tal alteração ocorrer, este grupo deixa de estar

carregado e, conseqüentemente, deixa de interagir com outros grupos carregados na proteína, podendo levar a uma alteração da sua conformação. Se tal alteração ocorrer no centro activo da enzima, este poderá não ter capacidade para se ligar ao substrato (Purves *et al.*, 2003).

Relativamente à temperatura, em geral, a sua subida provoca um aumento da velocidade da reacção catalisada pelas enzimas. Contudo, temperaturas demasiado elevadas inactivam as enzimas, uma vez que provocam uma tal vibração e torção das moléculas que algumas das suas ligações não-covalentes se quebram. Todas as enzimas possuem uma temperatura óptima de funcionamento. Temperaturas demasiado elevadas podem levar à inactivação ou desnaturação térmica das enzimas, podendo ocorrer alterações irreversíveis na sua estrutura. Algumas enzimas desnaturam a temperaturas ligeiramente acima da temperatura corporal, existindo, no entanto, algumas que são estáveis à temperatura de solidificação ou ebulição da água (Purves *et al.*, 2003). A maior parte das enzimas humanas são mais estáveis a temperaturas elevadas que as enzimas das bactérias que provocam infecções, daí que febres moderadas desnaturem as enzimas bacterianas e não desnaturem as enzimas humanas.

Existem, ainda, outro tipo de enzimas, designadas isozimas, que catalisam a mesma reacção, embora tenham composição química e propriedades físicas diferentes. Diferentes isozimas, de um determinado grupo, podem ter diferentes temperaturas óptimas de funcionamento. Este tipo de enzimas permite, aos organismos que as possuem, a adaptação a alterações no meio em que se encontram inseridos.

1.1.3.2. Enzimas e indústria alimentar

A utilização de catálise enzimática na produção e transformação de alimentos apresenta diversas vantagens para a indústria alimentar, nomeadamente (Macedo *et al.*, 2003): *i*) produção em grande escala; *ii*) qualidade final constante; *iii*) uniformização de matérias-primas de fontes diversas; *iv*) possibilidade de alteração das características sensoriais do produto; e *v*) aceleração do processo produtivo, sem efeitos secundários na qualidade do produto final. Para além disso, a biocatálise é considerada uma tecnologia amiga do ambiente. A principal desvantagem da utilização de enzimas na indústria alimentar, prende-se com o facto de a sua presença

nos alimentos poder causar reacções alérgicas a quem os ingere (Macedo *et al.*, 2003).

As enzimas utilizadas na indústria alimentar têm origem em seres vivos (animais, plantas e microrganismos), estando a escolha da fonte enzimática relacionada com a sua disponibilidade, aplicabilidade, custo e com as leis do mercado (Macedo *et al.*, 2003). No quadro 3 é possível verificar a proveniência de algumas enzimas usadas na indústria alimentar e sua aplicação.

Quadro 3. Algumas enzimas, e respectivas fontes, com aplicação na indústria alimentar (adaptado de Macedo *et al.*, 2003, p. 434-435).

	Fonte	Enzima	Aplicação
Animal	Pâncreas animal	Tripsina	Tenderização de carne Clarificação de cerveja
		Lipase	Desenvolvimento de sabor em produtos lácteos
	Estômago de ruminante	Pepsina Quimisina	Tenderização de carne Fabrico de queijo
Vegetal	Cardo (<i>Cynara cardunuculus</i> , L.)	Cardosinas	Fabrico de queijo
	Papaia	Papaína	Clarificação de cerveja Tenderização de carne
	Ananás	Bromelaína	
	Figo	Ficina	
	Cevada/Malte	Diastase	Fabrico de xarope edulcorante Suplemento para pão
Microbiana	<i>Candida</i> sp. <i>Aspergillus niger</i>	Catalase	Esterilização de leite
	<i>Bacillus subtilis</i>	Amilase	Fabrico de xarope edulcorante Fermentação alcoólica Fabrico de glucose
	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Streptomyces griseus</i> <i>Aspergillus niger</i>	Protease	Tenderização de carne
	<i>Lactobacillus brevis</i> <i>Bacillus coagulans</i> <i>Arthrobacter simplex</i> <i>Actinoplanes missourensis</i>	Glucose isomerase	Conversão de glucose a frutose
	<i>Rhizopus miehei</i> <i>Aspergillus niger</i>	Lipase	Desenvolvimento de sabor em produtos lácteos
	<i>Aspergillus niger</i>	Lactase	Leite com lactose hidrolisada Pastilhas para intolerantes à lactose
	<i>Aspergillus niger</i>	Naringinase	Remoção de sabor amargo em sumos de citrinos
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Invertase	Pastelaria Fabrico de chocolate
	<i>Mucor</i> sp. <i>Aspergillus niger</i>	Coalho	Fabrico de queijo

1.2. Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Desde a Antiguidade que o Homem tenta conservar os alimentos que produz. Actualmente são diversos os processos que permitem uma melhor conservação e preservação dos alimentos, controlando a sua decomposição natural, de modo a manter uma elevada qualidade, segurança e valor nutricional dos mesmos. Deste modo, torna-se possível aumentar o tempo de armazenamento dos alimentos. Alguns destes processos conservativos mantêm os alimentos no seu estado natural, enquanto outros os transformam em produtos diferentes, não deixando estes, no entanto, de serem passíveis de consumo.

1.2.1. Processos de conservação de alimentos

Neste ponto apresentam-se algumas das principais tecnologias de conservação de alimentos. Ressalva-se que o processo fermentativo, anteriormente descrito, pode, também, ser considerado uma forma de conservar alimentos.

1.2.1.1. Tratamentos térmicos

Existem diversos tratamentos térmicos aplicados na indústria alimentar. Alguns desses tratamentos recorrem a elevadas temperaturas, como por exemplo a ultrapasteurização, outros a baixas temperaturas, como é o caso da congelação.

1.2.1.1.1. Tratamentos de elevadas temperaturas

As temperaturas elevadas são utilizadas para destruir enzimas e microrganismos que podem causar alterações organoléticas ou intoxicações (Chen & Rosenthal, 2009). Este tipo de tratamento pode modificar a qualidade do alimento, através do seu cozimento. Existem diversos tratamentos térmicos de elevadas temperaturas, a saber: branqueamento, pasteurização, esterilização, ultrapasteurização, entre outros.

O branqueamento consiste em mergulhar o alimento em água a ferver, durante alguns segundos. Deste modo é possível destruir algumas enzimas que poderiam, posteriormente, deteriorar o alimento. Para além disso, este tratamento permite expulsão de gases do alimento, como o oxigénio, que poderiam, posteriormente, reagir quimicamente durante o armazenamento, deteriorando-o

(Chen & Rosenthal, 2009). Contudo, apesar de reduzir a carga microbiana do alimento, este tratamento térmico não permite a sua total eliminação.

Muitos dos alimentos que consumimos regularmente, como por exemplo leite e sumos de fruta, em pacote, sofreram previamente um tratamento térmico designado por pasteurização. Este consiste num aquecido do alimento durante um curto intervalo de tempo. Estão descritos vários tratamentos de pasteurização: 63°C durante 30 minutos; 72°C durante 15 segundos; 89°C durante 1 segundo; 90°C durante 0,5 segundos; 94°C durante 0,1 segundos; e 100°C durante 0,01 segundos (Jay, Loessner & Golden, 2005). Estes tratamentos são equivalentes, entre si, e suficientes para eliminar a maioria dos organismos patogénicos não formadores de esporos. Deste modo, a pasteurização tem dois grandes objectivos, eliminar agentes patogénicos inerentes ao produto e eliminar organismos que possam, de alguma forma, deteriorar o produto, aumentando, consequentemente, o seu tempo de vida útil (caso dos sumos de fruta pasteurizados). Durante a pasteurização, para além da morte de certos microrganismos devido às elevadas temperaturas, ocorre também a desnaturação de enzimas. Alguns testes que verificam a correcta pasteurização de um determinado produto, baseiam-se na presença/ausência de determinadas enzimas no alimento após a pasteurização. É o caso do leite, onde a ausência da enzima fosfatase alcalina indica que a pasteurização ocorreu correctamente (Chen & Rosenthal, 2009).

A esterilização corresponde a outro tratamento térmico, por calor. Neste caso, os alimentos são aquecidos a temperaturas acima dos 100°C durante alguns segundos, havendo total destruição de organismos viáveis. Alguns dos alimentos esterilizados são posteriormente enlatados e armazenados. A ultrapasteurização, também conhecida pela sigla UHT (ultra high temperature), corresponde a um tratamento de esterilização, frequentemente, aplicado ao leite. Neste caso, o leite é aquecido até uma temperatura que varia entre os 130°C e os 140°C, durante alguns segundos, sendo posteriormente embalado em recipientes estéreis, num ambiente asséptico (Adams & Moss, 2008). Este tipo de tratamento térmico permite destruir microrganismos e, também, os seus esporos, mas conservando a qualidade do alimento. A ultrapasteurização torna o leite estéril e armazenável a temperatura ambiente durante mais de 8 semanas, o que não se verifica com o leite pasteurizado, que tem que ser armazenado em ambiente refrigerado (Jay *et al.*, 2005).

1.2.1.1.2. Tratamentos de baixas temperaturas

O uso de baixas temperaturas para preservar os alimentos está relacionado com o facto de a actividade dos microrganismos ser, na generalidade, abrandada ou mesmo inibida, consoante a temperatura está, respectivamente, acima de 0°C ou abaixo de 0°C (Jay *et al.*, 2005). Isto acontece, pois as enzimas que catalisam as reacções metabólicas dos microrganismos não funcionam a baixas temperaturas, tal como já foi mencionado anteriormente. Os tratamentos de baixas temperaturas são essencialmente a congelação (temperatura abaixo dos 0°C) e a refrigeração (entre os 0°C e os 7°C).

Os alimentos que são sujeitos ao processo de congelação devem ser previamente seleccionados, não devendo ser congelados alimentos com alguma demonstração de deterioração. Há duas formas de congelar os alimentos, uma é a congelação lenta e outra a congelação rápida. Na congelação rápida, os alimentos são congelados a temperaturas inferiores a -20°C em cerca de 30 minutos. Tal é possível, por imersão ou contacto indirecto do alimento com agente refrigerante. O processo de congelação lenta é aquele que geralmente ocorre nos congeladores domésticos, onde os alimentos demoram cerca de 3 a 72h a congelar. Relativamente à qualidade geral do produto congelado, o processo de congelação rápido é mais vantajoso que o de congelação lenta (Jay *et al.*, 2005). Algumas bactérias conseguem sobreviver durante a congelação, sendo as formas de cocos mais resistentes que os bacilos Gram-negativos. Está também descrito que as células vegetativas de Clostridia, e respectivas toxinas e endósporos, não são afectadas pelas baixas temperaturas (Jay *et al.*, 2005).

1.2.1.2. Atmosfera modificada

No final do século XIX verificou-se que o facto de os alimentos se encontrarem em contacto com o ar acelerava o seu processo de degradação. Desde aí que se têm tentado desenvolver diversas técnicas de conservação de alimentos que evitem tal contacto (Adams & Moss, 2008), designadas, genericamente, por técnicas de atmosfera modificada. De uma maneira geral, através destas técnicas, pretende-se aumentar a concentração de dióxido de carbono e diminuir a de oxigénio, à volta e/ou dentro do alimento, prolongando o seu tempo útil (Jay *et al.*, 2005). Este tipo de técnica de conservação de alimentos inibe, principalmente, o rápido crescimento de

microrganismos aeróbios, afectando em menor escala o crescimento de anaeróbios facultativos ou obrigatórios, como Clostridia e Enterobacteriaceae (Adams & Moss, 2008). Existem diversos modos de criar uma atmosfera modificada à volta de um alimento, tais como: armazenamento a baixa pressão (hipobárico); embalagem em vácuo; embalagem em atmosfera modificada; embalagem ou armazenamento em atmosfera controlada (Jay *et al.*, 2005; Adams & Moss, 2008).

1.2.1.3. Irradiação

Este método começou a ser utilizado para preservar/conservar alimentos após a segunda guerra mundial. A radiação é definida como emissão e propagação de energia no espaço ou num determinado meio (Jay *et al.*, 2005). O tipo de radiação utilizada na conservação de alimentos é a radiação electromagnética, mais especificamente a radiação ultra-violeta (UV), micro-ondas, raios-X e raios gama (Adams & Moss, 2008). Os raios dos raios-X e raios gama contêm energia suficiente para ionizar as moléculas que são por si atravessadas. Deste modo, os microrganismos dos alimentos são destruídos sem que haja um aumento de temperatura significativo, podendo este processo ser designado por esterilização fria (Jay *et al.*, 2005). As radiações UV actuam ao nível dos ácidos nucleicos das células bacterianas, provocam mutações que resultam na sua morte. Uma vez que este tipo de radiações tem um baixo poder penetrativo nos alimentos, são apenas utilizadas para tratar a superfície de certos alimentos (Jay *et al.*, 2005). As micro-ondas actuam indirectamente nos microrganismos, através da produção de calor; são aplicadas, em alguns países, como tratamento térmico de alguns alimentos (Jay *et al.*, 2005).

1.2.1.4. Secagem

A secagem dos alimentos como técnica de conservação dos mesmos, baseia-se no facto dos microrganismos e das enzimas necessitarem de água para estarem activos. Os alimentos ditos secos, desidratados ou de baixa-humidade são aqueles cujo conteúdo em água é inferior a 25% e cuja actividade da água (a_w) varia entre 0 e 0,6 (Jay *et al.*, 2005). A primeira técnica de secagem de alimentos utilizados pelo Homem consistia em colocar os alimentos a secar ao sol. Alguns frutos como uvas, figos, ameixas e damascos ainda são, hoje em dia, secos ao sol. No entanto, existem outras técnicas de secagem mais eficientes e aplicáveis a uma gama mais vasta de

alimentos, a saber: pulverização, evaporação, secagem por congelamento (liofilização) e secagem por tambor (Jay *et al.*, 2005; Adam & Moss, 2008).

1.2.1.5. Conservantes químicos

A adição de químicos aos alimentos representa uma tecnologia utilizada há vários anos. Os químicos são adicionados para prevenir ou atrasar a deterioração dos alimentos e, apesar de estarem descritos diversos químicos com tais características, apenas podem ser utilizados na indústria alimentar aqueles que cumpre os requisitos impostos pela FDA (Food and Drug Administration) (Jay *et al.*, 2005). Como exemplos de químicos adicionados aos alimentos podem ser referidos os nitratos e nitritos, cloreto de sódio, açúcares, ácido benzoico e parabenos, ácido acético e ácido láctico, antioxidantes, fosfatos, antibióticos, antifúngicos e muitos outros (Jay *et al.*, 2005; Adams & Moss, 2008). Dos compostos referidos, destaca-se o cloreto de sódio (NaCl), utilizado na conservação de alimentos há várias décadas, tendo inicialmente sido aplicado para conservar carnes. O seu uso baseia-se no facto de, em elevadas concentrações, o sal exercer um efeito de secagem quer no alimento, quer nos microrganismos que este pode conter. Ao contrário do que acontece com certos conservantes químicos, o efeito inibitório do sal não depende do pH, sendo a maioria das bactérias não marinhas inibidas a concentrações menores ou iguais a 20% de NaCl. Contudo, alguns bolores conseguem tolerar elevadas concentrações deste sal (Jay *et al.*, 2008). A combinação da técnica de secagem pelo sol e adição de sal tem, desde os finais do século XV, um papel fundamental na conservação de bacalhau em Portugal e nas ilhas das Caraíbas (Adam & Moss, 2008).

1.2.1.6. Fumagem

Esta técnica é especialmente aplicada a carnes curadas com o objectivo de desenvolver certos sabores, aromas e cores, preservar, formar uma película protectora e conferir propriedades antioxidantes e antimicrobianas (Jay *et al.*, 2005; Adams & Moss, 2008). O efeito antimicrobiano resulta da secagem que ocorre no alimento, quando exposto ao fumo, e da actividade de certos componentes presentes no fumo da madeira, tais como fenóis e formaldeído. Contudo, o fumo da queima de madeiras contém benzopirenos, compostos com propriedades carcinogénicas, pelo que tem vindo a ser substituído por fumos provenientes de líquidos, fumaça líquida (Jay *et al.*, 2005).

1.2.2. Aditivos alimentares

Os aditivos alimentares são substâncias adicionadas aos alimentos de modo alterar a sua textura, sabor, cor, valor nutricional, com o objectivo de melhorar a sua qualidade e tempo útil (Adams & Moss, 2008; Frazier, 2009). Como exemplos de aditivos alimentares temos os corantes (alteram ou intensificam a cor do alimento), conservantes (impedem ou retardam a acção de microrganismos), emulsionantes (alteram a textura do alimento), edulcorantes (substituem os açúcares, diminuindo o valor calórico do alimento), antioxidantes (impedem ou retardam a oxidação de lípidos), aromatizantes (alteram ou intensificam o sabor do alimento) reguladores de acidez (alteram ou controlam a acidez ou basicidade do alimento), vitaminas e minerais (aumentam o valor nutricional do alimento).

2. FUNDAMENTAÇÃO DIDÁCTICA

Neste ponto apresenta-se a contextualização curricular da temática “Microrganismos e Indústria Alimentar”, seguida da sua organização. Desta fazem parte as tarefas que foram desenvolvidas para a leccionação da temática e uma breve análise crítica das mesmas.

2.1 Contextualização da temática

Para além das finalidades, anteriormente expostas, o programa do 12º ano de Biologia propõe que se desenvolvam competências nos seguintes domínios (Mendes *et al.*, 2004):

- ✓ Conceptual: conhecimento e compreensão de factos, hipóteses, princípios, teorias, terminologia científica; capacidade de interpretar e explicar situações ou informações em diferentes formatos.
- ✓ Procedimental: relacionadas com a natureza da ciência e do trabalho científico, como a observação e descrição de fenómenos; obtenção e interpretação de dados; manipulação de dispositivos; planificação, execução e avaliação de investigações.
- ✓ Atitudinal: desenvolvimento de atitudes de rigor, curiosidade, perseverança, respeito e objectividade face ao trabalho científico, e da capacidade de formular juízos de valor fundamentados (pensamento crítico).

Ainda de acordo com o programa, a “educação em Biologia deverá ter em vista a preparação dos jovens para utilizarem racionalmente conhecimentos de Biologia e de Biotecnologia na análise das questões que se colocam à sociedade. Em causa está a necessidade de ponderar argumentos e tomar decisões” (Mendes *et al.*, 2004, p. 6). O programa encontra-se, então, organizado em torno do tema “A Biologia e os Desafios da Actualidade” (figura 16).

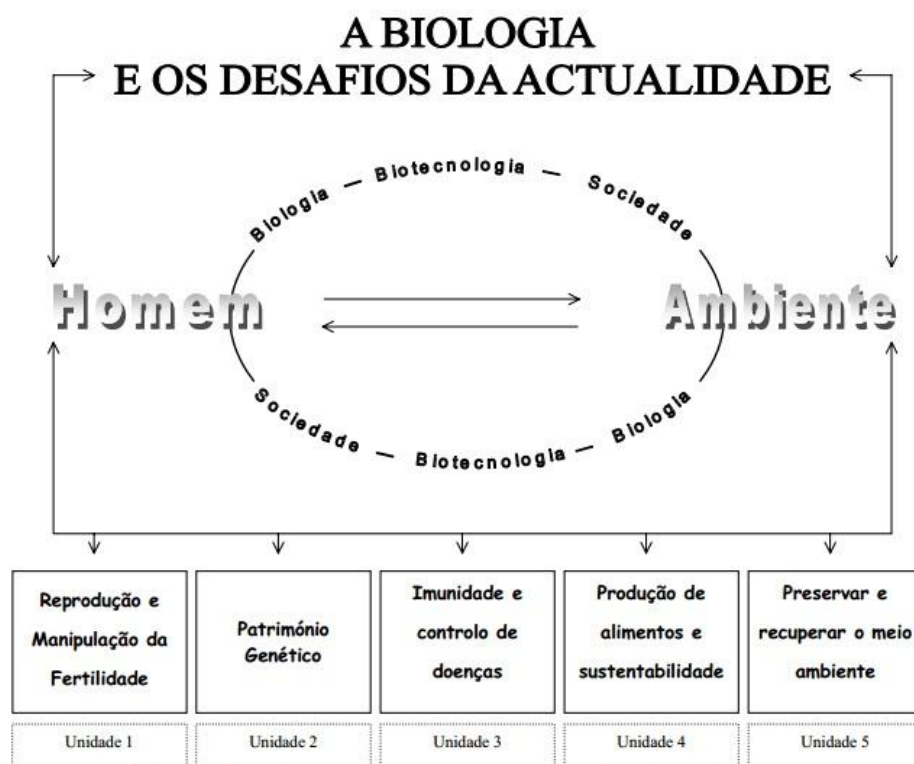


Figura 16. Esquema conceptual do programa de 12º ano de Biologia (retirada de Mendes *et al.*, 2004, p. 6).

A situação problema deste programa é “Como melhorar a qualidade de vida dos seres humanos?”, que tenta obter resposta nas diferentes unidades temáticas que o compõem. A temática “Microrganismos e Indústria Alimentar”, sobre a qual incide o presente trabalho investigativo, integra a Unidade 4 (“Produção de Alimentos e Sustentabilidade”) do referido programa. A questão central desta unidade é “Como resolver problemas de alimentação da população humana?” e para a temática em estudo, neste trabalho, são sugeridas duas questões tipo: “Como produzir maior quantidade de alimentos?” e “Qual o contributo da indústria na produção, processamento e conservação de alimentos?”.

Na abordagem à referida temática, o programa apresenta uma série de sugestões metodológicas que visam promover e melhorar o processo ensino-aprendizagem. Dessas sugestões fazem parte (Mendes *et al.*, 2004):

- ✎ pesquisa de aspectos relacionados com a indústria alimentar;
- ✎ planeamento e execução de actividades laboratoriais, que demonstrem processos utilizados na produção e conservação de alimentos e factores que condicionem a actividade metabólica dos microrganismos nela envolvidos (ex.: variações de temperatura, pH, ou concentração de substrato/enzimas);
- ✎ realização de sessões plenárias onde os alunos apresentem e discutam as suas montagens experimentais, bem como os resultados obtidos;
- ✎ análise e interpretação de dados experimentais existentes na bibliografia;
- ✎ análise, discussão e compreensão de processos biológicos envolvidos na conservação de alimentos por métodos tradicionais, dos processos de distribuição de alimentos e na introdução de algumas aplicações da biotecnologia nesta área; assim como, da evolução das técnicas usadas na conservação de alimentos ao longo do tempo.

2.2. Organização da temática

A intervenção lectiva descrita neste relatório decorreu de 25 de Março a 9 de Maio de 2014, com a excepção do período de 7 a 21 de Abril, correspondente às férias da Páscoa. No dia 16 de Maio alguns dos trabalhos escritos realizados pelos alunos foram recolhidos e realizou-se a auto-avaliação. No dia 30 de Maio, realizou-se o único teste de avaliação sumativa do 3º período, onde também foram avaliados os conteúdos referentes a esta temática. Nesta intervenção foram leccionados 5 blocos de 180 minutos e 4 blocos de 90 minutos. A planificação geral das aulas leccionadas encontra-se descrita no quadro 4.

A planificação e organização da temática a leccionar no âmbito deste trabalho, teve em consideração as orientações dadas pelo programa de 12º ano de Biologia, anteriormente descritas. Deste modo, a leccionação desta temática centrou-se na concretização de três actividades práticas laboratoriais, tendo sido, também, propostas outras actividades práticas, como por exemplo exercícios de papel e lápis.

No total, foram propostas 6 tarefas¹ distintas, que se apresentam, resumidamente, em seguida.

Quadro 4. Planificação geral da intervenção (azul – dias de aulas do 12º; rosa – interrupções lectivas).

	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a
Março	24	25 Aula I Tarefa 1	26	27	28 Aula II
Março/Abril	31	1 Aula III Tarefa 2	2	3	4 Aula IV Tarefa 3
Abril	7	8	9	10	11
	14	15	16	17	18
	21	22 Aula V Tarefa 4	23	24	25
Abril/Maio	28	29 Aula VI Tarefa 3 (cont.) Tarefa 5	30	1	2 Aula VII Tarefa 6
Maio	5	6 Aula VIII Tarefa 3 (cont.) Tarefa 6 (cont.)	7	8	9 Aula IX
	12	13	14	15	16 Recolha de trabalhos e auto-avaliação
	19	20	21	22	23
	26	27	28	29	30 Teste de avaliação sumativa

2.2.1. Actividades práticas sobre microrganismos e indústria alimentar

A “Tarefa 1 – Alimentação mundial” (ver apêndice A) foi trabalhada, a pares, no início da temática e pretendeu despertar o interesse dos alunos e cativá-los para os conteúdos a abordar nas aulas seguintes. Para as aulas laboratoriais (180 minutos: 90

¹ Entende-se por tarefa um enunciado proposto pelo professor que convida o aluno a realizar uma determinada actividade, cuja finalidade é a aprendizagem (Melo, 2007).

+ 90 minutos) foram pensadas três tarefas com graus de abertura diferentes, tarefa 2, tarefa 4 e tarefa 3, respectivamente da mais fechada para a mais aberta.

A “Tarefa 2 – Actividade enzimática” (ver apêndice B) possibilitou o estudo da actividade da amilase salivar e da catalase, através da concretização de duas actividades laboratoriais propostas no manual adoptado “BioDesafios 12” (Ribeiro, Silva & Oliveira, 2009) (anexo 1). Após a realização desta tarefa, os alunos elaboraram um relatório com estrutura em V de Gowin. Os alunos, em cada turno, estiveram organizados em grupos de quatro elementos e todos realizaram os mesmos protocolos.

A “Tarefa 3 – Um grande problema para Magalhães: a conservação da comida” (ver apêndice C), adaptada de Galvão, Reis, Freire e Faria (2011), iniciou-se numa aula de 90 minutos, realizada numa sala de informática. Os alunos trabalharam em grupos de 4 elementos e cada grupo começou por escolher os alimentos e o método de conservação a estudar nesta tarefa. A tarefa teve seguimento numa aula laboratorial (90 + 90 minutos), com a turma dividida em dois turnos, tendo cada turno trabalhado isoladamente do outro. Em cada turno, os grupos iniciaram a parte experimental da tarefa, que decorreu durante uma semana, até à aula laboratorial seguinte, onde se concluíram os trabalhos. No final desta tarefa, cada grupo comunicou à turma os resultados obtidos no decorrer da mesma; apresentação que decorreu numa aula de 90 minutos com toda a turma presente. Cada grupo teve, ainda, que escrever um texto com a informação e os conhecimentos apropriados, no decorrer da tarefa, sobre métodos de conservação da comida.

A “Tarefa 4 – Fermentação microbiana” (ver apêndice D) foi implementada numa aula laboratorial (90 + 90 minutos), com a turma dividida em dois turnos, tendo cada turno trabalhado isoladamente do outro. Os alunos estiveram organizados em grupos de 4 elementos em cada turno, ou seja, em cada turno funcionaram três grupos de trabalho, tendo cada um deles estudado um dos tipos de fermentação microbiana (láctica, alcoólica ou acética). A atribuição do tipo de fermentação a cada grupo foi aleatória. Para cada tipo de fermentação foi disponibilizado material para a concretização do trabalho laboratorial, de acordo com o seguinte:

- Fermentação láctica: leite UHT; iogurte natural; iogurte natural bifido.
- Fermentação alcoólica: farinha; fermento de padeiro; água.

- Fermentação acética: vinho branco; vinho tinto; vinagre sidra; vinagre de vinho branco.

Diversos materiais de laboratório foram, também, colocados à disposição de todos os grupos. No final desta tarefa os alunos elaboraram um relatório científico e, no início de uma aula de 90 minutos com toda a turma presente, fizeram uma breve apresentação sobre o trabalho realizado.

Nesta intervenção foram, ainda, realizadas mais duas actividades práticas, do tipo exercício de papel e lápis, para consolidação de conceitos, a saber: a tarefa 5 e a tarefa 6. A “Tarefa 5 – Imobilização enzimática” (ver apêndice E) foi implementada na mesma aula laboratorial em que se iniciou a parte experimental da tarefa 3. Os alunos realizaram a tarefa 5 a pares, tendo posteriormente a mesma sido discutida em turma. A “Tarefa 6 – Que processos sofreram os alimentos que comemos?” (ver apêndice F) decorreu em duas aulas, iniciou-se numa aula de 90 minutos com toda a turma presente e conclui-se na aula laboratorial seguinte. Os alunos realizaram a tarefa em grupos de 4 elementos, pelos quais foram distribuídos diversas embalagens de alimentos, de acordo com o seguinte:

- Grupo 1 (turno 1 e turno 2): embalagem de leite pasteurizado; embalagem de linguiça/alheira; recorte de papel em forma de bacalhau seco.
- Grupo 2 (turno 1 e turno 2): embalagem de leite UHT/natas UHT; embalagem de base para *pizza*/massa folhada; embalagem de *petit gâteau* congelado.
- Grupo 3 (turno 1 e turno 2): embalagem de legumes congelados; embalagem de iogurte; embalagem de presunto/paio do lombo.

No final, a tarefa foi discutida em turma.

2.2.2. Análise das tarefas propostas

Neste ponto, as tarefas propostas serão analisadas criticamente no que respeita ao seu potencial de educação em ciência, nomeadamente os objectivos e competências que pretendem desenvolver, promoção da literacia científica e da relação CTS. Torna-se, então, pertinente fazer a distinção entre objectivos e competências. Um objectivo “é aquilo que pretendemos que o aluno aprenda, numa dada situação de ensino aprendizagem, e face a um determinado conteúdo ou

conhecimento” (Roldão, 2006, p 21), sendo a competência “o saber que se traduz na capacidade efectiva de utilização e manejo” (Roldão, 2006, p 20), ou seja, o “saber em uso”. Assim, a competência exige uma abordagem integradora dos saberes com a finalidade de resolver um determinado problema e pode ser vista como “o objectivo último dos vários objectivos que para ela contribuem” (Roldão, 2006, p 22). Na elaboração de uma tarefa, o professor deve ter em consideração as competências que pretende que os alunos desenvolvam, assim como definir os objectivos a que essa tarefa se propõe.

Na tarefa 1 solicitou-se aos alunos que lessem e analisassem uma notícia de jornal. Segundo Dimopoulos e Koulaidis (2003, citado por Reis, 2006) as notícias de jornais, são consideradas excelentes formas de promover a literacia científica em contexto formal de aprendizagem. As notícias de jornais são uma fonte de materiais que permitem discussões socio-científicas, assim como destacar a pertinência do conhecimento científico e tecnológico na resolução/compreensão de situações do quotidiano. Deste modo, recorrer a notícias de jornais, como a aqui apresentada, pode constituir uma forma interessante de promover a literacia científica e abordar a temática CTS nas aulas de ciências. Os objectivos e competências desta tarefa encontram-se no apêndice G.

Na tarefa 2, os alunos executaram dois protocolos experimentais no âmbito da actividade enzimática. Esta tarefa pode ser classificada, quanto ao grau de abertura, de nível 1, uma vez que os alunos apenas recolheram dados e obtiveram conclusões. Tanto o problema em estudo, como o protocolo a seguir foram fornecidos aos alunos. Os objectivos e competências subjacentes a esta tarefa encontram-se no apêndice H.

Relativamente à tarefa 3, onde os alunos leram textos e desenvolveram uma investigação sobre os efeitos de diferentes métodos na conservação da comida, a sua classificação, quando ao grau de abertura, é de nível 3. Nesta tarefa, apesar do problema principal ter sido fornecido, os alunos tiveram que pensar em problemas secundários, por exemplo, “qual a influência da pimenta na conservação de um bife de carne de vaca?”, tiveram que escolher os materiais que utilizaram para realizar a experiência, delinearam o seu protocolo, executaram-no, recolheram dados e obtiveram conclusões. Deste modo, a tarefa classifica-se de nível 3 e não de nível 2. Os objectivos e competências subjacentes a esta tarefa encontram-se no apêndice I.

Na tarefa 4, os alunos executaram uma actividade laboratorial no âmbito dos processos fermentativos por intervenção de microrganismos. A referida tarefa pode ser classificada, quanto ao grau de abertura, de nível 2, uma vez que os alunos tiveram que planificar o procedimento, recolher dados e obter conclusões. Em relação ao problema em estudo, este foi fornecido, tendo sido dada liberdade aos alunos para escolherem o factor que desejam testar. Contudo, a actividade fermentativa que estudaram foi sorteada e os materiais para a realização da actividade previamente fornecidos, não havendo qualquer escolha dos alunos. Daí a classificação ser de nível 2 e não de nível 3. Os objectivos e competências subjacentes a esta tarefa apresentam-se no apêndice J.

Na tarefa 5, os alunos leram alguns textos informativos sobre a utilização de enzimas na indústria alimentar e sobre o tema da imobilização enzimática. Com esta tarefa pretendeu-se aproximar os conhecimentos teóricos, sobre enzimas e actividade enzimática, a produtos alimentares presentes no dia-a-dia dos alunos. Na tarefa 6, os alunos tiveram à sua disposição diversas embalagens de alimentos presentes no seu quotidiano, e a cada uma delas tiveram que associar um ou mais métodos de conservação de alimentos. Os objectivos e competências referentes à tarefa 5 e à tarefa 6 encontram-se, respectivamente, no apêndice K e no apêndice L.

As tarefas 2, 3 e 4, mas particularmente a tarefa 3, promovem o conhecimento da natureza da ciência. Este conceito, de acordo com Vázques-Alonso e seus colaboradores (2008),

engloba uma variedade de aspectos sobre o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar esse conhecimento, os valores envolvidos nas actividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecno-científico e vice-versa, as contribuições desta para a cultura e o progresso da sociedade (p. 34).

A cultura científica não passa apenas pela linguagem e argumentação, mas também pelo conhecimento da natureza da ciência (Reis, 2006). Nunes e colaboradores (1998) acrescentam que “(...) o ensino das ciências não se deve restringir aos conteúdos científicos, o que criaria, nos alunos, a ideia de que a ciência é apenas um corpo organizado de conhecimentos.” Pois, (...) “subjacente ao conhecimento há um processo dinâmico de construção que é influenciado por vários factores” (p.152). Dentro desses factores estão os que dizem respeito à tecnologia e

sociedade, pelo que a educação científica deve passar pelo conhecimento da interação CTS (Vieira & Martins, 2004). Foi com base nestes pressupostos que as tarefas 3, 4, 5 e 6 foram incluídas neste trabalho investigativo. Esta temática, sobre microrganismos e produção alimentar, em especial a conservação dos alimentos, permite que os alunos se apercebam da forte ligação entre a ciência, a política, a economia e a sociedade, mais concretamente da influência da sociedade sobre a ciência, abordando uma vertente da dimensão sociológica externa da ciência (Ziman, 1984). Abordar este tópico “cria oportunidades para os alunos reflectirem, formularem opiniões/juízos de valor, apresentarem soluções e tomarem decisões sobre acontecimentos e/ou problemas do mundo real.” (Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006, p. 87). Esta aproximação ao quotidiano do aluno aumenta o sucesso da aprendizagem de ciência e diminui o recurso à memorização de conceitos inútil, mais tarde, na vida em sociedade (Cunha, 2006).

Transversalmente a todas estas tarefas está a promoção do uso da linguagem científica, não só pela linguagem utilizada nas mesmas, mas também na elaboração de documentos escritos e apresentações que são pedidos aos alunos. Outra característica transversal a todas as tarefas é a promoção do debate e discussão de ideias entre elementos dos pares, dos grupos e da turma. A discussão promove o desenvolvimento cognitivo, pois os alunos aprendem a comunicar as suas ideias com clareza, a ouvir os outros, a responder aos outros de forma apropriada e a colocar questões pertinentes (Arends, 2012). Além disso, a discussão ajuda os alunos a pensar e a construir a sua própria percepção dos conteúdos académicos, pois, segundo Vygotsky, o discurso é a externalização do pensamento, ajudando a organizar a actividade mental (Fontes & Freixo, 2004). Por outro lado, a necessidade de argumentar, especialmente presente nas tarefas 1, 3, 4 e 6, promove o desenvolvimento de competências de raciocínio do tipo demonstrativo e dedutivo. Assim, Almeida e colaboradores (2012) referem, sendo a argumentação um processo inerente à construção da ciência e a escola divulgadora da cultura científica, então os professores devem criar “condições para que os alunos possam argumentar, justificando enunciados científicos e procurando persuadir audiências” (p.575).

A utilização de linguagem científica também está associada à promoção da literacia científica. Esta, assim como a componente CTS, encontram-se presentes um pouco por todas as tarefas apresentadas. Na execução destas tarefas é possível educar

em ciência, sobre ciência e pela ciência, ou seja, respectivamente: dar ênfase ao conhecimento substantivo (na aquisição de conceitos relacionados com a fermentação, actividade enzimática e conservação dos alimentos); aos processos de ciência (na realização das actividades laboratoriais presentes nas tarefas 2, 3 e 4) e ao desenvolvimento de capacidade e atitudes necessárias ao exercício de uma cidadania activa e responsável (na reflexão sobre os trabalhos realizados, na reflexão sobre os problemas da humanidade relacionados com a alimentação). Durante a realização destas tarefas, assim como em todo o desenrolar da temática, os alunos tiveram a percepção das ligações entre ciência, sociedade e tecnologia. Compreenderam que os avanços tecnológicos da indústria alimentar podem ajudar a resolver questões de subnutrição a nível mundial, assim como de obesidade, e que as necessidades da sociedade exerceram, e continuam a exercer, uma forte influência nos avanços da ciência e da tecnologia relacionada com a indústria alimentar e com a conservação de alimentos.

Deste modo, espera-se que as tarefas realizadas tenham contribuído para a construção e o aprofundamento de conhecimentos de biologia, para a compreensão do valor da ciência e da sua natureza, e para o reconhecimento da importância da biologia e da biotecnologia na qualidade de vida das sociedades. Para além disso, espera-se ter promovido o desenvolvimento de uma série de competências e contribuído para a formação de cidadãos mais responsáveis e mais cientificamente literatos.

3. AVALIAÇÃO

A avaliação é parte integrante do ensino-aprendizagem e, como tal, não pode, nem deve ser descuidada. Quando a ênfase, do contexto ensino-aprendizagem, passa a estar no desenvolvimento de competências no aluno, a avaliação tem que ter em conta essa abordagem (Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2006). Para além da habitual carga classificativa e certificadora, a avaliação deve passar a ser um processo reflexivo. Deste modo, alunos e professores podem compreender as dificuldades, raciocínios e eventuais bloqueadores inerentes ao processo ensino-aprendizagem. A avaliação de tarefas como as propostas deve corresponder quer ao processo, quer ao produto dando assim informação a professores e alunos do que foi aprendido no

decorrer da situação, permitindo a reflexão necessária à mudança de estratégias e objectivos (Galvão *et al.*, 2006).

Relativamente às tarefas apresentadas, os seus critérios de avaliação foram sempre disponibilizados na plataforma *moodle* da disciplina. A avaliação destas tarefas incidiu no decorrer das mesmas, bem como nos diversos produtos finais que resultaram da sua realização. Assim, foram utilizados diferentes tipos de grelhas de avaliação no decorrer dos trabalhos realizados em grupo, nas apresentações dos trabalhos à turma e nos documentos escritos produzidos pelos alunos nas diferentes tarefas. No final da intervenção, solicitou-se aos alunos que realizassem a sua auto-avaliação, assim como a avaliação do seu grupo de trabalho. As classificações foram disponibilizadas via *moodle*.

4. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS AULAS

Neste ponto apresenta-se a descrição sumária de cada uma das aulas leccionadas durante o período da intervenção e respectiva reflexão.

4.1. Aula I

Descrição sumária da aula: A aula I realizou-se no bloco de terça-feira, com os alunos separados em dois turnos, pelo que na prática são duas aulas de 90 minutos cada. O decorrer das duas aulas foi bastante semelhante, pelo que se apresenta uma única descrição, com respectiva salvaguarda para as diferenças, quando tal se justificar. No início da aula foi solicitado aos alunos que entregassem, em versão digital, os pósteres que tinham elaborado a pares, como elemento avaliativo da unidade anterior. Após a entrega, a professora introduziu a nova unidade em estudo e explicitou os temas que iriam ser desenvolvidos. O enunciado da tarefa 1 foi distribuído e os alunos tiveram cerca de 10 minutos para a discutirem em pares. Seguiu-se uma pequena discussão em turma sobre o tema e a recolha das questões colocadas pelos alunos. Em seguida, iniciou-se a exposição dos conteúdos planeados para esta aula, com recurso a uma apresentação em *powerpoint*, que foi feita com interacção entre alunos e professora, através de questões. No final, os alunos resolveram, a pares, uma tarefa do manual adoptado (anexo2), que foi seguidamente discutida. O sumário foi escrito no final da aula (no segundo turno não houve tempo para ditar o sumário).

Reflexão²: Apesar de este não ser o primeiro contacto com a turma, uma vez que tive a oportunidade de leccionar alguns conteúdos na unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional III, estava um pouco nervosa e curiosa quanto à receptividade dos alunos a esta minha “entrada em cena”. No final das aulas, as minhas expectativas foram mais que superadas! Embora as aulas tenham sido bastante expositivas, na minha opinião, correram bem e os alunos mantiveram-se atentos, interessados e participativos, o que proporcionou um ambiente de aprendizagem descontraído.

Um dos meus receios para esta aula estava relacionado com a tarefa 1, qual seria a reacção e o grau de participação dos alunos na realização da mesma. No fundo, penso que estava receosa que a tarefa não fosse estimulante o suficiente para os cativar para aula e para a nova unidade a estudar. Felizmente, a reacção dos alunos foi muito positiva, inclusive no primeiro turno, começaram a trocar ideias entre eles ainda antes de a discussão ser alargada à turma. A realização desta tarefa permitiu aos alunos trocarem ideias e levantarem questões bastante interessantes, sobre os problemas da malnutrição mundial. Apesar de ainda não me sentir muito à vontade e confiante neste tipo de actividades com os alunos, penso que a tarefa foi pertinente, não só por levar os alunos a questionarem-se sobre o tema, mas porque muitos tinham a ideia que o principal problema mundial relacionado com a alimentação era a obesidade e não a subnutrição.

Outro dos meus receios para esta aula estava relacionado com o facto de esta ter uma componente bastante expositiva, tornando-se desinteressante para os alunos. No entanto, penso que consegui captar a sua atenção e interesse colocando-lhes questões e permitindo que fossem colocando dúvidas sobre os conteúdos, que foram sendo respondidas por mim ou por outros alunos.

Apesar de no segundo turno não ter conseguido escrever o sumário, cumpri o planeamento que tinha delineado e os objectivos traçados foram atingidos.

(O plano da aula I encontra-se no apêndice M, assim como o *powerpoint* utilizado e as questões levantadas pelos alunos no âmbito da tarefa 1)

² As reflexões, por serem considerações pessoais, são apresentadas na primeira pessoa.

4.2. Aula II

Descrição sumária da aula: No início da aula transmitiu-se aos alunos que os pósteres entregues na aula passada (referentes a um trabalho da unidade anterior) se encontravam disponibilizados no *moodle* da disciplina, assim como as normas para procederem à eleição dos três melhores. Em seguida ditou-se o sumário que estava em atraso para os alunos do segundo turno (da aula de terça-feira). Antes de iniciar a abordagem dos novos conteúdos planeados para esta aula, a professora pediu aos alunos que relembbrassem e recapitulassem o que tinha sido falado na aula anterior. Após a breve recapitulação deu-se início à exposição oral dos conteúdos, com recurso a uma apresentação em *powerpoint*. Nesta exposição houve interacção entre professora e alunos, foram levantadas questões e apresentados gráficos e figuras para os alunos interpretarem, primeiro a pares, em seguida em turma. No final da exposição oral dos conteúdos, os alunos resolveram, a pares, uma tarefa do manual adoptado (anexo 3), que foi seguidamente discutida. O sumário foi escrito no final da aula, seguido da entrega dos testes de avaliação, referentes à unidade anterior.

Reflexão: Esta aula foi, novamente, bastante expositiva. Assim, tal como na anterior, tentei que os momentos de exposição dos conteúdos fossem interactivos. Ou seja, não queria ter uma postura meramente transmissiva de conteúdos e colocar os alunos numa posição somente receptiva, queria colocá-los a pensar sobre as novas informações que estavam a ser abordadas. Deste modo, no decorrer da exposição dos conteúdos apresentei algumas figuras e gráficos e fui dando tempo aos alunos para observarem e pensarem sobre eles, a pares. Seguidamente pedi que os interpretassem e/ou analisassem em voz alta, para promover uma troca de ideias dentro da turma. Neste sentido, penso que consegui captar mais a sua atenção, participação e motivação para apreenderem os novos conteúdos. Contudo, penso que a aula se centrou demasiado em conteúdos científicos, não se conseguindo uma boa relação com a aplicabilidade do assunto, o que pode ter desmotivado um pouco os alunos. No final da aula apresentei alguns slides relativos à aplicação de enzimas na indústria alimentar, mas sinto que posso ter feito uma passagem demasiado rápida entre os conceitos teóricos e a aplicação CTS, assim como esta última não ter sido suficientemente explorada. Sem dúvida, algo a melhorar numa próxima abordagem e a frisar no decorrer desta intervenção. Quando os alunos estavam a resolver a actividade, um par colocou-me uma questão sobre aplicabilidade das enzimas na

aceleração de reacções, o que me deixou satisfeita, pois revela que os alunos se interessam pelo que tinha sido abordado na aula.

(O plano da aula II encontra-se no apêndice N, assim como o *powerpoint* utilizado)

4.3. Aula III

Descrição sumária da aula: Esta aula decorreu no laboratório de Biologia e com os alunos separados em dois turnos. O decorrer das duas aulas foi semelhante, pelo que se apresenta uma única descrição, com respectiva salvaguarda para as diferenças, quando tal se justificar. No início da aula foram dados dois avisos aos alunos: um referente à sala onde a próxima aula se iria realizar (sala de informática) e outro a relembrar que era o último dia para votarem nos seus pósteres preferidos. Em seguida, a professora introduziu o tema da aula e distribuiu o enunciado da tarefa 2. Com o auxílio de uma breve apresentação em *powerpoint* foram indicadas algumas alterações a efectuar no protocolo experimental e dadas indicações sobre como elaborar o relatório com estrutura em V de Gowin. Em seguida, a professora deu algumas instruções aos alunos, distribuídos em grupos de 4 elementos, de como iniciarem a execução dos protocolos e estes começaram, então, a trabalhar. A realização da actividade laboratorial ocupou o restante tempo de aula e a professora circulou pelos grupos no decorrer da mesma.

Reflexão: Na escola onde leccionei previamente não havia laboratórios, pelo que não tive oportunidade de realizar aulas laboratoriais com os meus antigos alunos. Estas aulas foram uma estreia para mim na modalidade, pelo que estava um pouco ansiosa. Um mês antes realizei, por mim, as experiências para verificar alguma eventual falha no protocolo e para me sentir mais tranquila e segura nas aulas. Na véspera preparei o cozimento do amido e no dia da aula cheguei mais cedo para preparar todo o material necessário. Os alunos estavam muito entusiasmados com a aula, uma vez que, para alguns, era a primeira vez que realizavam um trabalho laboratorial. Durante o desenrolar da aula fui circulando pelos grupos, respondendo às suas solicitações e observando o decorrer do trabalho. Os alunos demonstraram grande interesse no trabalho que estavam a executar, embora tenha ficado com a sensação que a maioria se limitou a seguir o protocolo e não a perceber o que realmente estavam a fazer e porquê. O aluno mais problemático da turma, que

geralmente se desinteressa das aulas e causa alguma perturbação, mostrou-se bastante empenhado, motivado e cooperativo em toda a execução do trabalho.

Num dos trabalhos realizados pelos alunos era necessário realizar um teste com licor de Fehling e outro com soluto de lugol. Durante a realização do trabalho laboratorial do turno 1, o cozimento de amido não estava a ser degradado pela saliva, pelo menos o teste com o licor de Fehling não o estava a indicar. O professor cooperante alertou-me para a necessidade de aquecer os tubos à lamparina, pois o procedimento correcto para realizar este teste o implica. Infelizmente, apenas pude alertar os alunos para tal no final do trabalho, pelo que não o conseguiram concretizar nas melhores condições. Senti-me triste e frustrada, pois desconhecia que o teste necessitava de aquecimento, o manual não alertava para isso e quando realizei a experiência previamente sozinha, o licor de Fehling mudou de cor mesmo sem aquecido à chama. Acho que tão cedo não irei esquecer o que aconteceu nesta aula e para as minhas futuras aulas laboratoriais irei verificar previamente o modo de utilização de todos os reagentes implícitos nas experiências. Para além deste percalço, não consegui cumprir o que tinha planeado na totalidade, os alunos não preencheram o questionário referente à tarefa 2 e não ditei o sumário da aula.

(O plano da aula III encontra-se no apêndice O, assim como o *powerpoint* utilizado e algumas imagens do decorrer da tarefa 2)

4.4. Aula IV

Descrição sumária da aula: Esta aula decorreu numa sala de informática, onde havia diversos computadores à disposição dos alunos. À medida que os alunos foram chegando à sala, foi-lhes entregue um questionário para preencherem. O sumário da aula anterior foi escrito no quadro. Quando os alunos terminaram de responder ao questionário, a professora introduziu a tarefa 3 e permitiu que os alunos a lessem durante cerca de 10 minutos. Após a leitura da tarefa, a professora explicou, brevemente, o trabalho que os alunos teriam que realizar no âmbito da mesma e projectou um slide com a calendarização das diferentes etapas da tarefa. Os alunos, distribuídos de acordo com os grupos de trabalho formados na aula anterior, iniciaram a primeira parte da tarefa 3, pesquisando informações na internet e trocando ideias que lhes pudessem ser úteis para a realização do trabalho laboratorial. Enquanto os alunos realizavam a tarefa, a professora circulou pelos grupos e

escreveu o sumário, da presente aula, no quadro. Mais próximo do final da aula, o professor cooperante chamou cada aluno individualmente para discutir algumas questões relacionadas com a avaliação do 2º período.

Reflexão: Para esta aula havia duas coisas que me preocupavam: *i*) conseguir ter os alunos motivados para trabalhar no último dia de aulas do 2º período; e *ii*) conseguir que os alunos compreendessem o que lhes era pedido e elaborassem um protocolo experimental em pouco tempo (tinha prometido a última meia hora de aula ao professor cooperante para a discussão da avaliação). No início da aula senti e ouvi a contrariedade de alguns alunos em ter aula “a sério” no último dia de aulas. No entanto, após a distribuição e explicação da tarefa foi possível verificar o seu entusiasmo na concretização da mesma. Pesquisavam informação, debatiam ideias e solicitavam a minha ajuda para tentarem perceber se estavam no bom caminho. Alguns estavam preocupados com o facto de no final a sua experiência não dar resultado, ou o alimento ficar estragado, mesmo com o tratamento que escolheram! Chegaram a questionar-me se isso acontecesse se teriam negativa no trabalho... Tranquilei-os e disse que o importante era planificarem e executarem correctamente o que lhes era pedido e que em ciência um resultado, aparentemente, negativo não é forçosamente um mau resultado, pelo contrário, pode, por exemplo, ser indicativo de um caminho a não seguir no futuro. Foi interessante constatar que o facto de terem liberdade para escolher o alimento e as condições a testar teve um efeito diferente na turma. Uns grupos mostraram-se bastante à vontade na pesquisa e na escolha de ideias, enquanto outros estavam mais perdidos e sem saberem muito bem o que escolher. No final, todos conseguiram decidir que alimento e que condições testar.

Gostei bastante desta aula, consegui ultrapassar as minhas preocupações iniciais, motivar os alunos para a tarefa, escutar as suas ideias e esclarecê-los nas questões que foram levantando ao longo da concretização do trabalho.

(O plano da aula IV encontra-se no apêndice P, assim como o *powerpoint* utilizado)

4.5. Aula V

Descrição sumária da aula: Esta aula realizou-se no bloco de terça-feira com os alunos separados em dois turnos. O decorrer da mesma foi bastante semelhante, pelo

que se apresenta uma única descrição, com respectiva salvaguarda para as diferenças, quando tal se justificar. No início da aula, a professora mencionou qual o tema do trabalho laboratorial que iria ser realizado. Em seguida, procedeu à distribuição do enunciado da tarefa 4 para que os alunos lessem e ficassem a par do trabalho proposto. Após a leitura da tarefa, a professora explicou, com recurso a uma breve apresentação em suporte *powerpoint*, qual a estrutura do relatório a realizar sobre o trabalho laboratorial e qual a sua data de entrega. Explicou, também, os moldes em que a apresentação do mesmo trabalho deveria ser feita, assim como em que data esta se iria realizar. Seguidamente, um aluno de cada grupo (formados de acordo com a distribuição inicial) foi convidado a escolher um saco aleatoriamente, cada saco continha os ingredientes (reagentes) necessários para realizar uma das fermentações microbianas em estudo. Os sacos eram opacos, pelo que o aluno ao escolher não sabia o conteúdo. Depois de abrir o saco, cada grupo começou a planear e executar a sua experiência; a professora foi circulando pelos grupos. No final da aula, a professora distribuiu um pequeno papel, por cada grupo, que continha a lista dos ingredientes escolhidos, na aula anterior, para realizar a tarefa 3; tendo como objectivo a revisão e possível alteração dessa mesma lista. No final, esse papel foi devolvido à professora. Os grupos procederam, ainda, à entrega do relatório com estrutura em V de Gowin.

Reflexão: Esta aula, no meu entender, foi muito interessante e gostei muito de a leccionar. O facto de os alunos terem liberdade para, com os materiais seleccionados, desenvolverem um protocolo experimental e testarem as suas próprias ideias, tornou esta aula num desafio estimulante não só para os alunos, mas para mim também. Inicialmente, os grupos de trabalho estavam um bocadinho desorientados em relação ao trabalho a desenvolver. No entanto, com algumas sugestões minhas conseguiram concretizar um bom trabalho e o entusiasmo por aquilo que estavam a desenvolver era bem visível. Nem o facto de, no dia seguinte, os alunos terem de se deslocar ao laboratório para registar resultados, e no caso de alguns grupos terem de o fazer mais dias durante a semana, demoveu o seu entusiasmo pelo trabalho. Enquanto professora, gostei muito de trabalhar com diferentes ideias ao mesmo tempo e de acompanhar o pensamento dos alunos no decorrer da tarefa. No entanto, foi uma aula bastante cansativa e, no final do segundo turno, apercebi-me que me esqueci, num dos grupos, de frisar a necessidade da existência de um controlo experimental – os

alunos acabaram por não o fazer... Apesar disso, e de me ter esquecido de ditar o sumário no final da aula, considero que esta foi uma experiência muito positiva e que na minha prática profissional futura irei realizar mais tarefas semelhantes a esta.

(O plano da aula V encontra-se no apêndice Q, assim como o *powerpoint* utilizado e imagens do decorrer da tarefa 4)

4.6. Aula VI

Descrição sumária da aula: Esta aula decorreu no laboratório de Biologia e com os alunos separados em dois turnos. O decorrer das duas aulas foi semelhante, pelo que se apresenta uma única descrição, com respectiva salvaguarda para as diferenças, quando tal se justificar. O sumário da aula anterior foi escrito no quadro antes dos alunos entrarem na sala. À medida que os alunos foram chegando, receberam um questionário para preencherem. Após o término do preenchimento dos questionários, a professora lembrou, com auxílio de uma apresentação em *powerpoint*, os termos da tarefa da aula e as datas de entrega dos trabalhos a ela referentes. Para além disso, os alunos foram informados que a aula iria ter uma componente prática e uma componente mais teórica. Assim, iniciou-se a componente prática da aula, através da execução da parte laboratorial da tarefa 3. Cada grupo de alunos recebeu os alimentos que tinha escolhido e foi colocado material diverso à disposição de todos. Os grupos trabalharam activamente e a professora circulou entre eles. No segundo turno, dois grupos tiveram que rever o protocolo que tinham escolhido realizar, tendo, para tal, solicitado o uso do computador com acesso à internet presente na sala. Depois de todos os grupos concluírem o seu trabalho, a professora solicitou aos alunos que se sentassem apenas a pares, distribuiu a tarefa 5 e informou o tempo disponível para a sua realização (cerca de 15 minutos). Em seguida, a tarefa foi discutida em turma, sendo a discussão acompanhada por uma pequena apresentação em *powerpoint*. No final da aula, a professora informou os alunos que os relatórios com estrutura em V de Gowin, entregues na aula anterior, iriam funcionar como uma versão preliminar, pois a grande maioria precisava de proceder a alterações importantes. Assim, a professora distribuiu os relatórios a cada grupo, bem como uma folha com indicações de melhorias a realizar, e discutiu com a turma alguns pontos pertinentes do relatório. No primeiro turno, alguns grupos esclareceram dúvidas com a professora individualmente.

Reflexão: A minha principal preocupação para esta aula estava relacionada com a gestão do tempo. Na primeira planificação que fiz desta aula, apenas contemplei a realização da parte experimental da tarefa 3, que já estava pensada e delineada pelos alunos, e a realização de uma outra tarefa, de papel e lápis, para reforçar a exploração da dimensão CTS presente na ligação entre enzimas e sua aplicabilidade na indústria alimentar. Contudo, durante o fim-de-semana, aquando da avaliação dos relatórios com estrutura em V de Gowin, apercebi-me que havia muitas lacunas em todos eles e que, na generalidade, estavam bastante aquém das expectativas. Como muitos alunos me tinham confessado que era a primeira vez que realizavam experiências, pensei que a melhor forma de contornar a má situação dos relatórios era assumir aquela versão como preliminar, dar-lhes indicações detalhadas de como melhorar determinados aspectos e permitir que entregassem uma versão final do mesmo relatório. Para tal, teria que “arranjar” tempo no final da aula para debater com os alunos alguns pontos que estavam mais fracos no relatório. Felizmente consegui fazê-lo, e espero ter sido suficientemente clara para todos os grupos compreenderem o que era necessário alterar e como. Tentei questioná-los sobre o que tinham realizado, factores que estiveram em jogo e que limitações apresentavam as experiências (pontos onde os relatórios apresentavam lacunas). No segundo turno tive a preocupação acrescida de não me esquecer de mencionar as mesmas indicações e frisar os mesmos pontos que tinham sido abordados no primeiro turno.

Em relação ao resto da aula, no meu ponto de vista, foi interessante e a grande maioria dos alunos mostrou-se interessada no trabalho que estavam a realizar. No decorrer da tarefa 5, os níveis de entusiasmo já eram menores, em especial no segundo turno, onde os alunos acusavam já algum cansaço.

(O plano da aula VI encontra-se no apêndice R, assim como o *powerpoint* utilizado e imagens do decorrer da tarefa 3)

4.7. Aula VII

Descrição sumária da aula: No início da aula a professora solicitou aos alunos que se sentassem de acordo com os grupos de trabalho das últimas aulas. Em seguida, após uma breve recapitulação do trabalho desenvolvido no âmbito da tarefa 4, iniciaram-se as apresentações dos grupos. No final de cada apresentação, a professora perguntou à turma se gostaria de colocar alguma questão e ela própria colocou uma

ou duas questões a cada grupo. Numa das apresentações, uma aluna fez uma questão aos colegas. Depois de todos os grupos terem apresentado, fez-se um pequeno comentário geral dos trabalhos e das experiências idealizadas e realizadas por cada grupo. Nesse comentário foram frisados alguns aspectos relacionados com a natureza da ciência, tais como: um mesmo objecto de estudo pode ser investigado de diversas maneiras diferentes; a comunicação em ciência é útil e necessária, pois permite aos cientistas partilharem as suas ideias; o facto de a realização de um trabalho experimental passar muito pela fase de tentativa e erro, ou seja, é necessário pensar, testar e, caso não funcione, voltar a tentar. Em seguida, a professora distribuiu o enunciado da tarefa 6, assim como as diferentes embalagens de alimentos, pelos grupos, e fez uma breve introdução da tarefa; os alunos começaram a trabalhar. No decorrer da tarefa a professora escreveu o sumário da aula anterior no quadro e circulou pelos grupos.

Reflexão: Entrei para esta aula com uma mistura de sentimentos, por um lado, entusiasmada com as actividades que iriam decorrer, por outro, nervosa com a presença das minhas orientadoras, Professora Cecília Galvão e Professora Ana Maria Reis. Felizmente os nervos acalmaram nos minutos iniciais da aula. Na minha opinião, as apresentações dos alunos foram bastante boas e permitiram uma importante troca de ideias. Apesar dos alunos que assistiam não colocarem questões, eu tentei sempre levantar pelo menos uma questão a cada grupo (confesso que antes da aula me perguntava se seria capaz de o fazer, se conseguiria encontrar alguma coisa pertinente para questionar em cada grupo). No final das apresentações tentei que os alunos compreendessem a importância da comunicação em ciência e como se desenvolve um trabalho científico. Relativamente à tarefa 6, os alunos mostraram-se motivados na sua realização e foi interessante observá-los “às voltas” com as embalagens de alimentos que levei para a aula. Sem dúvida, aproximar o conhecimento da sala de aula ao dia-a-dia dos alunos torna a aprendizagem mais significativa, interessante e aumenta o grau de envolvimento dos alunos.

Considero que esta aula foi bastante importante para mim, por dois grandes motivos: *i)* durante as apresentações dos trabalhos poderia ter colocado questões mais pertinentes e mais interessantes para a discussão, mas penso que, apesar de não me sentir completamente à vontade, fui bem-sucedida. Contudo, tendo consciência que dei um passo importante para a minha futura postura neste tipo de actividades, sinto

que há ainda um longo caminho a percorrer; *ii*) a tarefa 6 envolveu os alunos mais do que eu esperava, o que reforçou a minha ideia sobre importância de aproximar, sempre que possível, os conteúdos ao dia-a-dia dos alunos.

(O plano da aula VII encontra-se no apêndice S)

4.8. Aula VIII

Descrição sumária da aula: Esta aula decorreu no laboratório de Biologia e com os alunos separados em dois turnos. O decorrer das duas aulas foi semelhante, pelo que se apresenta uma única descrição, com respectiva salvaguarda para as diferenças, quando tal se justificar. O sumário da aula anterior foi escrito no quadro antes dos alunos entrarem na sala. À medida que os alunos foram chegando, dirigiram-se para o fundo da sala, local onde foram previamente colocados os pratos e taças com os alimentos referentes à experiência em curso e que terminara nessa aula. Depois dos alunos se sentarem nos seus lugares, a professora transmitiu qual seria o plano da aula e solicitou que procedessem aos últimos registos de observações das suas experiências. Terminado esse registo, foi distribuído um questionário para os alunos preencherem individualmente. Em seguida, a professora distribuiu as embalagens de alimentos, utilizadas na aula anterior, pelos respectivos grupos de trabalho, e deu-se, assim, continuidade à realização da tarefa 6. À medida que os grupos terminavam a tarefa, a professora solicitou a um elemento de cada grupo que fosse ao quadro escrever o nome dos alimentos que estudaram, e o(s) processo(s) de produção/conservação/melhoramento que lhe estava(m) associado(s). Após todos os grupos terem escrito no quadro, deu-se início à discussão do trabalho realizado, dando-se ênfase aos processos descritos pelos alunos e vantagens/desvantagens que lhe estão associados. No final da discussão fez uma breve exposição de conteúdos relacionados com a temática da conservação de alimentos, recorrendo a uma apresentação em *powerpoint*, na qual houve interação entre alunos e professora. A apresentação decorreu até ao final da aula, tendo-se prolongado alguns minutos para lá do toque no segundo turno.

Reflexão: Esta foi, até agora, a aula de que mais gostei em toda a intervenção. Os alunos estiveram muito motivados e envolvidos pelo trabalho laboratorial que desenvolveram, e tornou-se muito interessante discutir com os diferentes grupos sobre os resultados que obtiveram. Para além disso, a tarefa 6 (totalmente pensada e

criada por mim) revelou-se mais interessante do que à partida tinha imaginado; a maioria dos alunos não tem por hábito analisar o rótulo dos alimentos que consome, o que os levou a estar mais envolvidos e participativos na discussão. Em suma, foi uma aula bastante animada, tanto para os alunos, como para mim. Senti-me bastante à vontade e gostei de trabalhar estes temas com os alunos. Contudo, tenho alguns pontos negativos a apontar que passam pelo facto de, no meio de tanta animação (e felicidade), me ter distraído com as horas e ter prolongado a última aula para lá do toque. Durante a discussão da tarefa 6 e a apresentação dos conteúdos a ela referentes, levada pelo entusiasmo, alonguei-me em demasia e no final tive que acelerar um pouco a explicação do *powerpoint* (no segundo turno os alunos acabaram por sair uns três minutos depois do toque para a saída). Quando voltar a encontrar-me numa situação semelhante, terei que agilizar melhor a aula e não me alongar em demasia em determinadas explicações.

(O plano da aula VIII encontra-se no apêndice T, assim como o *powerpoint* utilizado e imagens do final da tarefa 3)

4.9. Aula IX

Descrição sumária da aula: No início da aula, a professora escreveu o sumário da aula anterior no quadro e uma aluna dirigiu-se a ela pedindo para sair da aula às 12h. Uma vez que a aula tinha começado às 11h40, a professora referiu à aluna que o seu grupo teria que ser o primeiro a apresentar o trabalho de grupo. No entanto, ainda mais nenhum elemento do grupo estava presente. Deste modo, enquanto se aguardava a chegada dos restantes elementos do grupo, a professora resolveu distribuir os questionários cujo preenchimento estava previsto para o final da aula. Depois de todos os alunos terem preenchido o questionário e, já com todos presentes, deu-se início às apresentações dos trabalhos referentes à tarefa 3. No final de cada apresentação, a professora perguntou à turma se gostariam de colocar alguma questão, apenas numa delas uma aluna se manifestou. A professora colocou sempre questões aos grupos que apresentaram e, em alguns casos, o professor cooperante também. O último grupo iniciou a sua apresentação quando faltavam cerca de 5 minutos para o toque de saída, pelo que a aula terminou um bocadinho depois do tempo estipulado.

Reflexão: Antes de esta aula começar senti um misto de emoções: por um lado estava satisfeita com o culminar de todo o processo interventivo, mas por outro estava um pouco ansiosa, com o facto de voltar à situação de ter que colocar questões pertinentes no final das apresentações dos trabalhos dos alunos. Quando a aula terminou, senti-me um bocadinho frustrada e triste por nem tudo ter corrido como tinha planeado, principalmente por não ter havido tempo para fazer um apanhado final do trabalho desenvolvido na minha intervenção. No entanto, agora olhando para a aula com algumas horas de distanciamento, penso que não correu tão mal como senti no momento. O facto de não ter feito o apanhado final como desejava deixou-me frustrada à saída, mas depois lembrei-me que se fosse numa situação “normal” de aulas, eu teria oportunidade de o fazer na aula seguinte, antes de iniciar os novos conteúdos. Para além disso, irei regressar à escola na próxima sexta-feira para receber os trabalhos que faltam dos alunos e realizar a auto-avaliação, o que me permitirá fazer nesse momento um apanhado do trabalho desenvolvido nesta temática (e só com uma aula de interrupção). Em relação ao decorrer das apresentações dos alunos, para além de ser um processo extremamente cansativo para o professor, penso ter colocado algumas questões pertinentes, embora o professor cooperante tenha feito algumas intervenções, a meu ver, muito mais interessantes que as minhas. Sinto que tenho que ganhar mais confiança neste tipo de situação, assim como mais experiência, factores que, no futuro, me permitirão colocar melhores questões aos alunos.

(O plano da aula IX encontra-se no apêndice U)

CAPÍTULO IV – MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Esta secção encontra-se dividida em dois pontos. No primeiro ponto apresenta-se uma breve descrição dos participantes deste trabalho investigativo. No segundo ponto descrevem-se as diferentes técnicas e instrumentos que foram utilizadas para recolha de dados que permitiram responder às questões orientadoras do estudo.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PARTICIPANTES

Este estudo investigativo realizou-se na Escola Secundária de Santa Maria (ESSM), pertencente ao Agrupamento de Escolas Monte da Lua, que se situa na freguesia de Santa Maria e São Miguel, Portela de Sintra. Esta escola, de acordo com informações disponibilizadas no seu *site* oficial, iniciou as suas funções no ano lectivo de 1964/65, no antigo edifício do casino de Sintra, como uma secção do Liceu Nacional de Passos Manuel de Lisboa. No ano lectivo de 1969/70 passou a funcionar no seu actual espaço, que foi recentemente sujeito a remodelações profundas no âmbito do Programa de Modernização do Parque Escolar, por iniciativa do Ministério da Educação, e em 1972 alterou o seu nome para Liceu Nacional de Sintra. No ano lectivo de 1977/78, a escola passou, também, a ter ensino nocturno, e em 1979 foi-lhe atribuída a actual designação, Escola Secundária de Santa Maria. No ano lectivo 1990/91, a oferta educativa desta escola deixou de contemplar o 3º ciclo, passando apenas a funcionar o ensino secundário. Actualmente, de acordo com o projecto educativo do Agrupamento de Escolas Monte da Lua, funcionam, também, nesta escola cursos de Educação e Formação de Adultos de dupla certificação, Unidades de Formação de Curta Duração, Ensino Secundário Recorrente e Ensino Profissional. De acordo com o projecto educativo acima mencionado, o referido agrupamento contava, no ano lectivo 2012/2013, com um total de 4120 alunos, dos quais 1816 estavam inscritos na escola onde decorreu este estudo. No mesmo ano lectivo, este agrupamento contava com um total de 313 pessoas de pessoal docente e 99 pessoas de pessoal não docente, sendo, respectivamente, 150 e 34 pertencentes à ESSM. Esta escola, tal como as restantes do agrupamento, possui uma biblioteca, instalações desportivas, salas de aula de informática e um auditório. Para os anos lectivos de 2013 a 2016, este agrupamento tem como fio condutor do seu projecto educativo “Educar em todo o seu ser”, cujas finalidades se prendem na formação de indivíduos com capacidade de adaptação a mudanças, com valores sociais, com pensamento crítico, com um estilo de vida saudável e com a capacidade de utilizar a língua portuguesa correctamente.

O estudo aqui presente foi realizado com alunos de uma turma do 12º ano. A turma era composta por 23 alunos, 16 raparigas e 7 rapazes, com uma média de idades, no início do ano lectivo, de 17 anos. No início das actividades lectivas foi

aplicado, pelo professor cooperante, Paulo Almeida, um instrumento³ de avaliação de capacidades e competências dos alunos (ver anexo 4), cuja análise dos resultados obtidos, permitiu formar díades de trabalho. O principal objectivo da formação destas díades prende-se com promoção do trabalho colaborativo e na chamada zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Deste modo, permitindo aos alunos desenvolverem as suas capacidades cognitivas através de interacções sociais (com o par), o que promove a sua auto-confiança, autonomia e desenvolvimento, aumentando o seu grau de envolvimento na sala de aula (Fino, 2003). Foi, ainda, aplicado, pelo professor cooperante, um questionário (ver anexo 5) com o objectivo de conhecer melhor os alunos. A partir da análise das respostas a esse questionário, foi possível verificar que todos os alunos afirmaram gostar da disciplina de Biologia e que a maioria se classifica como bom aluno a esta disciplina (figura 17). A maioria dos alunos, cerca de 83%, afirmou que estuda sozinho, os restantes afirmaram que estudavam sozinhos ou acompanhados. Contudo, apenas 26% dos alunos afirmou não ter qualquer apoio no estudo. Dos alunos que afirmaram ter apoio no estudo, 59% recorre à ajuda de familiares (pais, irmãos, tios e primos), 27% a explicadores e 14% a amigos. Importa, ainda, destacar que nenhum dos alunos desta turma se encontra a repetir o actual ano de escolaridade.

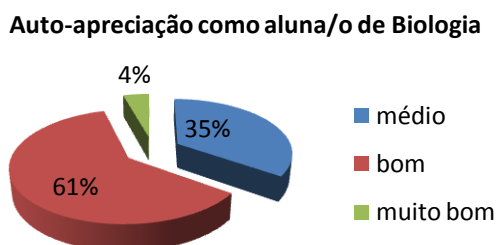


Figura 17. Distribuição da auto-apreciação dos alunos relativamente ao seu desempenho à disciplina de Biologia.

Relativamente às disciplinas de que os alunos mais gostam e menos gostam, elas foram, respectivamente, Biologia, seguida de Química, e Português, seguida de Matemática (ver figuras 18 e 19).

³Instrumento produzido no âmbito do projecto de Reis *et al.* (2002).

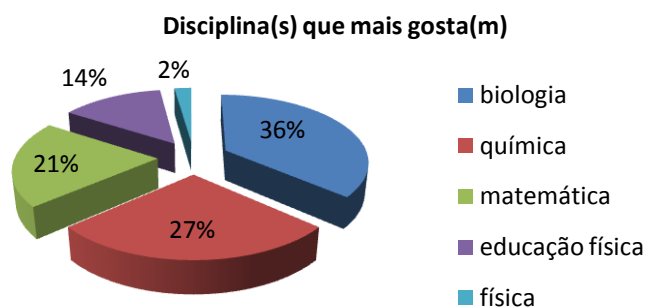


Figura 18. Distribuição das disciplinas indicadas pelos alunos como sendo as que mais gostam.

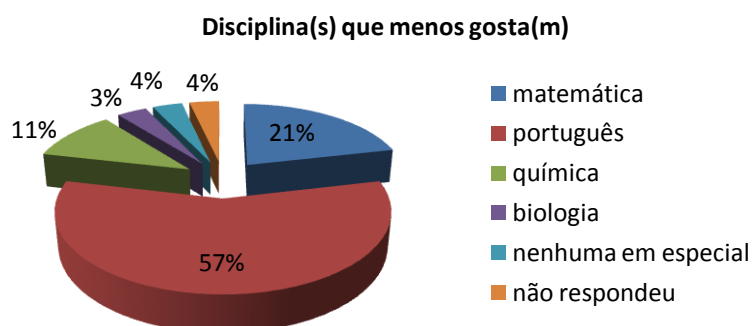


Figura 19. Distribuição das disciplinas indicadas pelos alunos como sendo as que menos gostam.

Através da análise do referido questionário foi, também, possível conhecer as habilitações literárias dos progenitores dos alunos, sendo que a maior parte das mães possui o 12º ano (ver figura 20), e a maior parte dos pais possui uma licenciatura ou o 12º ano (ver figura 21).

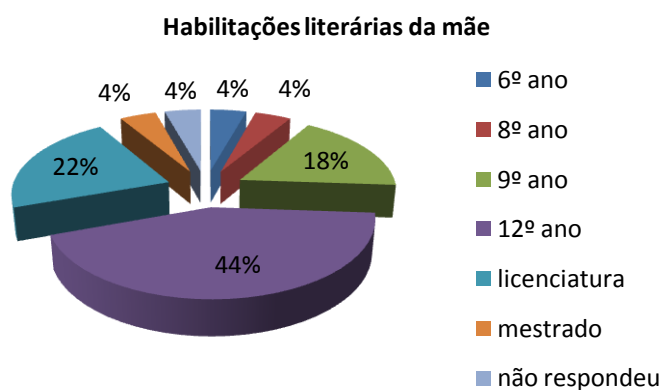


Figura 20. Distribuição das habilitações literárias das mães dos alunos.

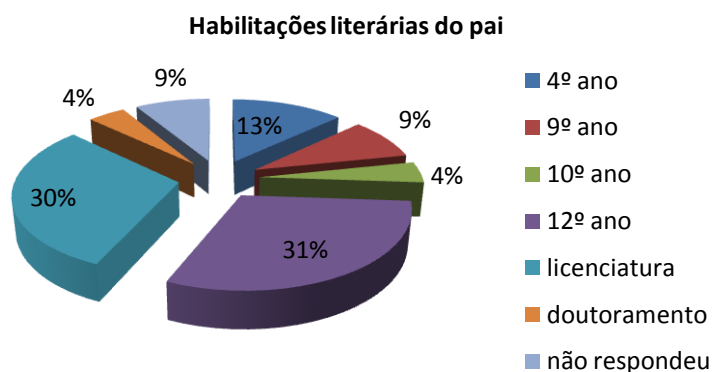


Figura 21. Distribuição das habilitações literárias dos pais dos alunos.

As classificações da turma no primeiro e segundo períodos, do presente ano lectivo, à disciplina de Biologia foram bastante boas. Na turma, apenas um aluno não teve aproveitamento suficiente para conseguir um resultado positivo (figura 22) e as classificações finais variaram entre 8 e 19 valores. A classificação mais frequente foi de 15 valores, seguida pela de 17 valores (ver figura 23). De uma maneira geral, as classificações desceram ligeiramente do primeiro para o segundo período, sendo a média aritmética de 15.70 no primeiro e 15.35 no segundo.

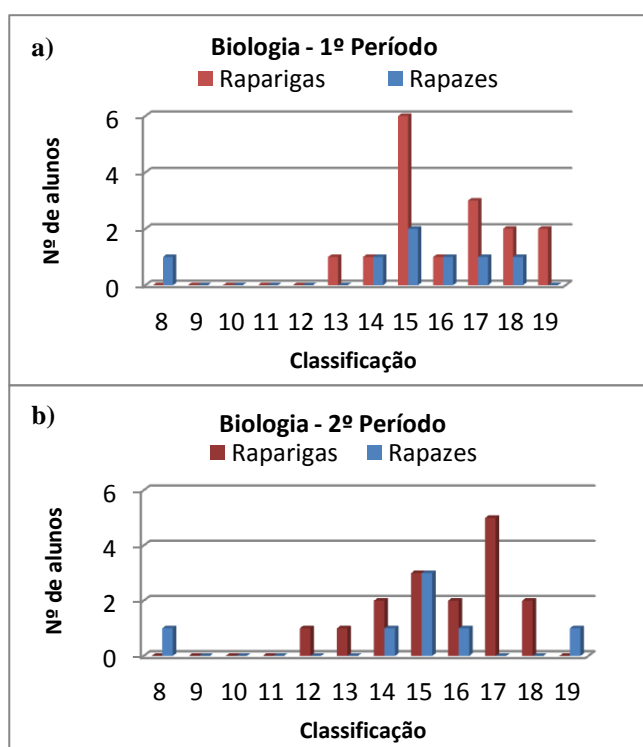


Figura 22. Distribuição das classificações à disciplina de Biologia no a) 1º período e no b) 2º período.

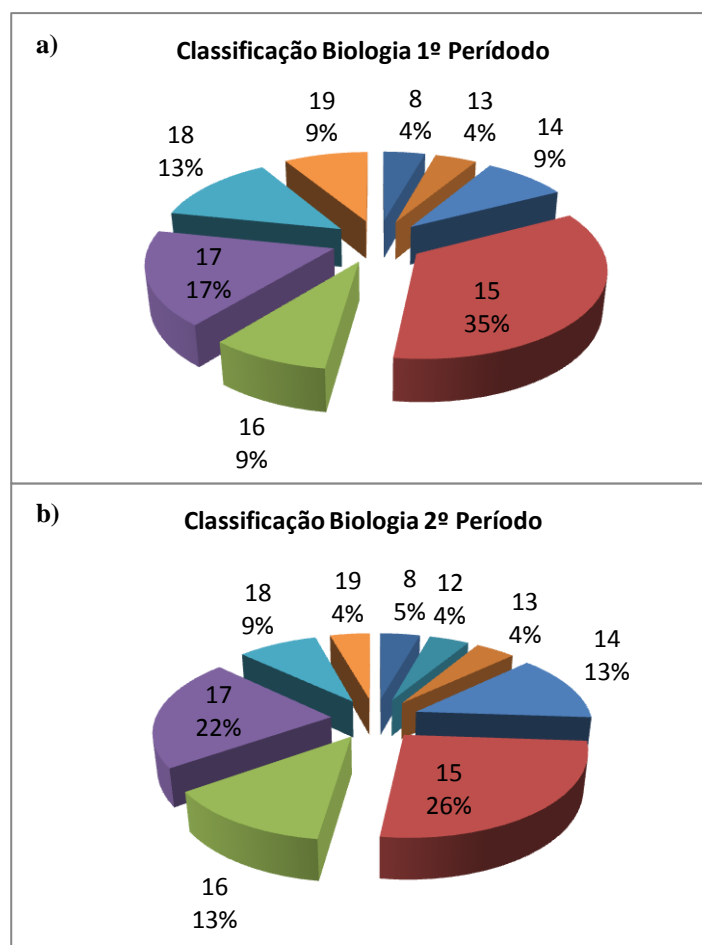


Figura 23. Distribuição das percentagens de cada uma das classificações obtidas na disciplina de Biologia no a) 1º período e no b) 2º período.

2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS

Para tentar dar resposta às questões investigativas levantadas no início deste trabalho, foi necessário delinear uma estratégia de recolha de dados. Essa estratégia incluiu diversas técnicas e instrumentos, tais como: observação, questionário, e documentação produzida pelos alunos. É importante ressaltar que nenhuma técnica ou instrumento de recolha de dados é suficiente, por si só, para avaliar correctamente as aprendizagens associadas às actividades práticas, nomeadamente as laboratoriais (Leite, 2000). Deste modo, será importante utilizar uma conjugação das diversas técnicas e instrumentos, promovendo uma avaliação justa e fornecendo informações úteis para responder às questões investigativas. Segue-se uma breve caracterização de cada um destes elementos utilizados neste trabalho.

2.1. Observação

A observação é um processo essencial na recolha de dados empíricos para uma análise avaliativa posterior (Dias & Morais, 2004). Segundo Gott e Duggan (1995), o professor pode observar os seus alunos de duas formas diferentes: observação livre, ou observação com auxílio de grelhas de observação e/ou listas de verificação. No primeiro caso, diz-se que a observação é não estruturada, e, por oposição, no segundo caso, estruturada. O processo de observação pode apresentar algumas dificuldades inerentes aos intervenientes, ao observador e à interacção entre eles (Dias & Morais, 2004). Cabe ao observador estabelecer critérios de observação que lhe permitam organizar e dirigir a sua observação. Neste sentido, um observador deve ter em atenção certos aspectos quando planifica uma observação (Dias & Morais, 2004), a saber: *i*) definir objectivos da observação (para quê observar); *ii*) delimitar do campo de observação (o que observar); *iii*) definir as unidades de observação (quem observar); e *iv*) estabelecer as sequências comportamentais (como observar). Outra desvantagem da observação prende-se com o facto de ser difícil de implementar em turmas grandes, pois torna-se difícil para o professor observar todos os seus alunos, ao mesmo tempo. Uma forma de contornar esta questão é através da realização de diversas aulas com actividades laboratoriais e observar mais atentamente o trabalho de um grupo de alunos em cada uma das aulas, alternadamente (Leite, 2000). A grande vantagem da observação é permitir a recolha de dados em contexto real. No caso das actividades laboratoriais permite avaliar conhecimentos procedimentais, como o domínio de técnicas laboratoriais, capacidades manuais e de investigação (Leite, 2000).

Na observação de actividades laboratoriais, é possível recorrer ao uso de grelhas de observação ou de listas de verificação. As primeiras permitem ao observador focar a sua atenção para aspectos do domínio cognitivo, afectivo e psicomotor, que podem ser incluídos na grelha. As grelhas podem, também, ser mais ou menos estruturadas e aplicar-se a alunos individualmente ou ao grupo que realiza a actividade (Leite, 2000). As listas de verificação permitem ao observador focar a sua atenção para aspectos do domínio de técnicas e habilidades, que se verificam ou não no sujeito observado (Leite, 2000). Para este trabalho investigativo criou-se uma grelha de observação para as aulas laboratoriais (apêndice V), e em todas as aulas, de

uma maneira geral, fizeram-se observações livres que resultaram em posteriores notas de campo.

2.2. Questionários

Os questionários representam um importante instrumento de investigação, amplamente utilizado no campo das ciências sociais, e permitem recolher informações num curto espaço de tempo. Deste modo, os questionários são considerados um bom instrumento de recolha de informação (Rojas, 2001). Segundo Leite (2000), os questionários são úteis para avaliar aspectos relacionados com opiniões e atitudes (domínio afectivo). Um questionário é formado por uma selecção de perguntas estruturadas e, consoante o tipo de pergunta, pode ser aberto, fechado ou misto (Rojas, 2001). Um questionário diz-se aberto quando as suas perguntas não limitam, à partida, as respostas. Por sua vez, um questionário diz-se fechado quando as suas questões solicitam respostas breves, específicas e delimitadas. Um questionário é misto, quando apresente perguntas dos dois tipos descritos. Os questionários fechados apresentam algumas vantagens relativamente aos questionários abertos, uma vez que são mais fáceis de analisar, limitam a resposta da amostra e implica um menor esforço de quem responde (Rojas, 2001). Contudo, os questionários de resposta aberta permitem um maior aprofundamento da resposta.

Na elaboração de um questionário há diversos aspectos a ter em consideração, tais como (Rojas, 2001): *i*) definir o objectivo do questionário; *ii*) criar instruções claras e completas para o seu preenchimento; e *iii*) criar perguntas objectivas, mas que não sugestionem quem responde. O questionário elaborado deve, ainda, ser fácil de interpretar e classificar, e não ser demasiado longo. Nesta investigação foram utilizados cinco questionários, cujo principal objectivo era conhecer e compreender quais os contributos das actividades práticas na aprendizagem dos alunos. Os questionários apresentam perguntas abertas e fechadas, e, nestas últimas, foi utilizada uma escala de Likert para facilitar a sua análise. Os questionários A, B e C (respectivamente, apêndice X, Y e Z) foram aplicados no final das tarefas 2, 3 e 4, respectivamente, com o intuito de compreender o impacto que as mesmas tiveram nos alunos. O questionário D (apêndice AA) foi aplicado no final da intervenção e teve como objectivo compreender o impacto que as aulas realizadas, no período de 25 de Março a 9 Maio, tiveram nos alunos. Por último, o questionário E (apêndice

AB), aplicado no final da intervenção e depois de todos os trabalhos estarem entregues, teve por objectivo conhecer a avaliação que os alunos fizeram do trabalho desenvolvido individualmente e pelo seu grupo, ao longo das aulas realizadas no período de 25 de Março a 9 Maio.

2.3. Documentação produzida pelos alunos

De um trabalho escrito pelos alunos podem ser retiradas inúmeras informações (Gott & Duggan, 1995). Destes trabalhos escritos, podem ser utilizados para recolher dados e elementos de avaliação: portefólios, relatórios, apresentações em formato *powerpoint*, cadernos de laboratório, fichas de trabalho, entre outros. Os documentos mais comumente utilizados para tal, são os relatórios, que podem ter o formato tradicional ou em V de Gowin.

O relatório tradicional é o mais utilizado e apresenta, normalmente, o seguinte formato: capa com título e autores; introdução teórica; material e métodos; resultados; discussão; conclusão; e lista de referências bibliográficas consultadas. Assim, na elaboração de um relatório tradicional o aluno terá que relatar a actividade realizada, focando os aspectos típicos de um artigo de investigação científica (Leite, 2000). O relatório com estrutura em V de Gowin contém todos os elementos fundamentais à elaboração de um relatório tradicional, mas é elaborado e apresentado de uma forma mais sintética (figura 24).

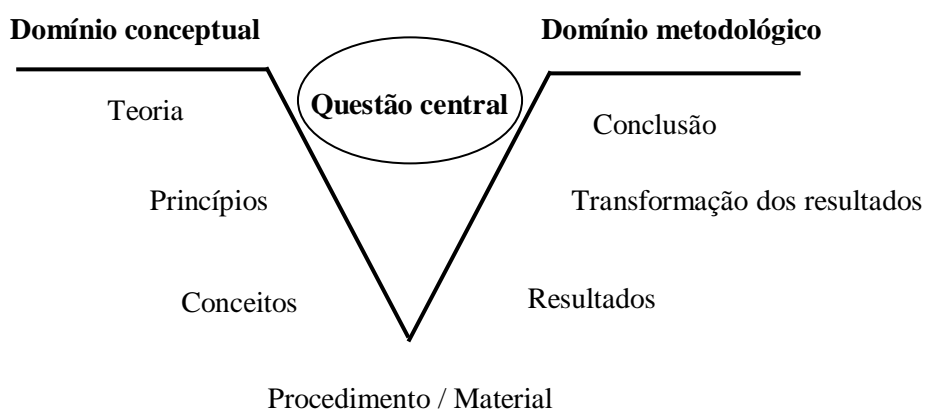


Figura 24. Representação de relatório com estrutura em V de Gowin (adaptada de Leite, 2000).

Os relatórios permitem o desenvolvimento de competências de comunicação, em especial os relatórios com estrutura tradicional (devido à sua semelhança com

artigos científicos). Contudo, isto nem sempre se verifica, pois a maioria das actividades práticas propostas nas aulas de ciências vêm acompanhadas por protocolos com uma estrutura muito semelhante à do relatório, e, em alguns casos, por informações demasiado detalhadas como interpretações de resultados e conclusões. Nestes casos, a elaboração do relatório pelos alunos é quase uma cópia do protocolo fornecido (Leite, 2000). Assim, quando se utilizam protocolos mais fechados, será mais interessante pedir aos alunos que elaborem um protocolo com estrutura em V de Gowin, pois a informação tem que ser reorganizada e sintetizada, o que envolve o desenvolvimento de outro tipo de competências. Pelo contrário, se os alunos executarem uma actividade laboratorial mais aberta, poderá ser solicitado um relatório tradicional.

Neste trabalho investigativo, os alunos realizaram três actividades laboratoriais com diferentes graus de abertura. Para a actividade mais fechada (tarefa 2) foi pedido um relatório com estrutura em V de Gowin (critérios de avaliação no apêndice AC); na actividade mais aberta (tarefa 3), um documento escrito sobre o trabalho desenvolvido (critérios de avaliação no apêndice AD) e uma apresentação à turma (critérios de avaliação no apêndice AE); e para a actividade com grau de abertura intermédio (tarefa 4) foi pedido um relatório científico (critérios de avaliação no apêndice AF) e uma apresentação informal do trabalho à turma.

Importa referir que os durante as aulas laboratoriais os alunos trabalharam em grupos de 4 elementos, que se mantiveram fixos ao longo de toda a intervenção. Esses grupos resultaram da junção de duas díades de alunos, previamente estabelecidas pelo professor cooperante, de acordo com as preferências dos seus elementos. Os grupos de trabalho, e respectivos elementos, encontram-se descritos no apêndice AG (nota: todos os nomes dos alunos são fictícios).

CAPÍTULO V – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Na primeira parte deste capítulo apresentam-se os dados recolhidos, durante a intervenção, através da aplicação de diversos questionários e da análise dos diferentes documentos produzidos pelos alunos. Esses dados são posteriormente

analisados e discutidos, no segundo ponto deste capítulo, respondendo-se às questões orientadoras do estudo. No tratamento dos dados apresentam-se valores de frequência de resposta em valor absoluto e em percentagens. Contudo, ressalva-se que no caso de amostras pequenas, estas percentagens não são representativas, mas permitem uma visão imediata da comparação possível entre os resultados.

1. APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Neste ponto são apresentados os dados obtidos através da aplicação de cada um dos questionários, da documentação produzida pelos alunos e das observações efectuadas.

1.1. Dados referentes ao questionário A

O questionário A foi aplicado com o objectivo de compreender o impacto que a tarefa 2 teve nos alunos. A este questionário não responderam duas alunas do turno 1, uma porque faltou no dia de preenchimento do mesmo e outra porque não realizou a actividade laboratorial correspondente à tarefa em causa.

Relativamente a esta tarefa, a maioria dos alunos considerou o seu enunciado, numa escala de 1 a 4 (sendo 1 pouco claro e 4 muito claro), como sendo de nível 3, ou seja, um enunciado claro. A maioria dos rapazes considerou o enunciado como sendo claro ou muito claro, enquanto das 8 raparigas que responderam ao questionário, 6 consideraram o enunciado pouco claro (nível 1) ou razoavelmente claro (nível 2) (ver figura 25).

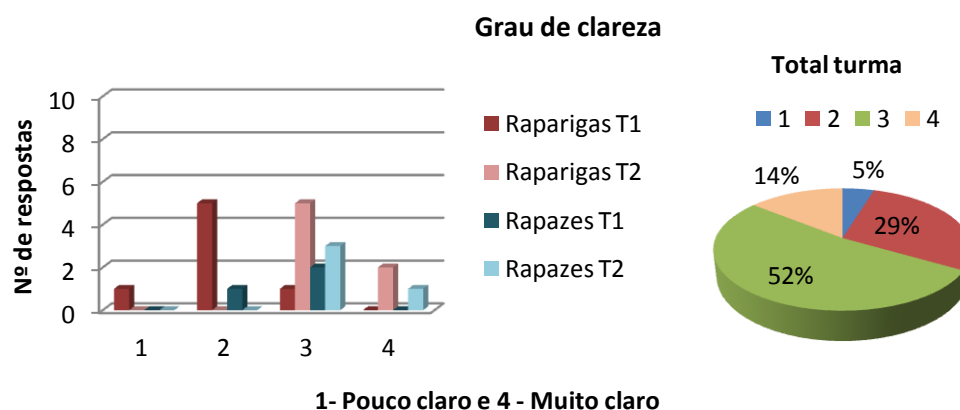


Figura 25. Classificação da tarefa 2 quanto ao grau de clareza do seu enunciado. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Em relação ao grau de dificuldade, a maioria dos alunos considerou a concretização da tarefa, numa escala de 1 a 4 (sendo 1 muita dificuldade e 4 nenhuma dificuldade), como sendo de nível 3, ou seja, os alunos tiveram uma dificuldade ligeira na concretização da tarefa. Os únicos que não sentiram qualquer dificuldade foram alunos do sexo masculino, tanto do primeiro como do segundo turno. Duas alunas do turno 1 sentiram uma maior dificuldade (nível 2), enquanto as restantes alunas se ficaram pelo nível 3 (ver figura 26).

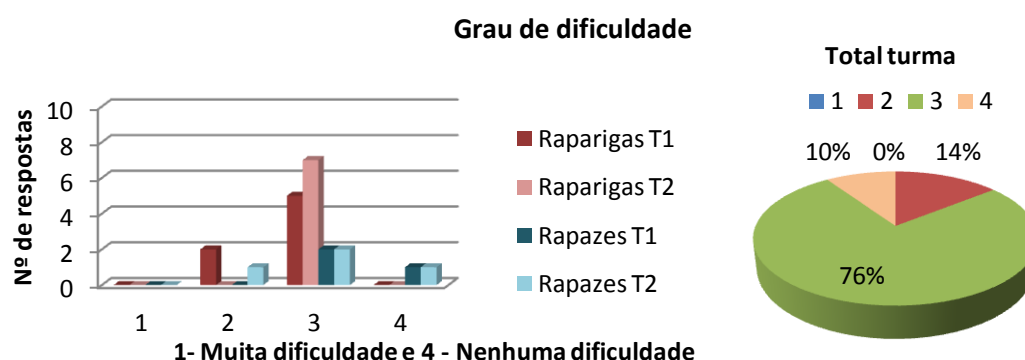


Figura 26. Classificação da tarefa 2 quanto ao grau de dificuldade na sua concretização. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Em relação à população feminina da turma, as maiores dificuldades descritas estão relacionadas com questões procedimentais, nomeadamente na manipulação de materiais e reagentes. O facto de a solução com a enzima catalase demorar a filtrar, foi apontado como o principal obstáculo. O mesmo se verifica na população masculina (ver quadro 5). A segunda maior dificuldade está relacionada com a interpretação dos resultados da experiência. As raparigas consideraram mais fácil aspectos relacionados com o procedimento, nomeadamente a actividade em si e o protocolo, afirmando que “não tinham que fazer muito”; enquanto os rapazes indicaram a distribuição de água destilada/soluções tampão pelos tubos como sendo o mais fácil da tarefa 3 (ver quadro 6). Na generalidade da turma, os aspectos procedimentais, nomeadamente a manipulação do material/reagentes, foram considerados o mais difícil da tarefa, enquanto o protocolo terá sido o mais fácil (ver quadro 7). A interpretação dos resultados foi a maior dificuldade para seis alunos, no entanto dois acharam que foi a parte mais fácil da tarefa.

Quadro 5. Dificuldades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 2 (resultados por sexo).

Questão 2.1 O que consideraste mais difícil?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“Filtrar a solução com catalase”; “Filtrar a solução com catalase e macerar o fígado”	5	56	11	79
	Medições	“Medições”; “A precisão das medidas”	3	27		
	Gestão das actividades	“Fazer duas actividades num espaço de tempo limitado”; “Não misturar as experiências”	3	27		
Intellectual	Análise dos resultados	“Compreensão dos resultados”; “Interpretar os resultados finais”	3	100	3	21
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	“Filtrar a solução com a catalase”; “Esmagar o fígado”	4	80	5	56
	Medições	“Medir com precisão os volumes”	1	20		
Intellectual	Análise dos resultados	“Interpretar os resultados”; “Tirar conclusões dos resultados”	3	100	3	33
Outros	Nada	“Nada”	1	100	1	11

Quadro 6. Facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 2 (resultados por sexo).

Questão 2.2 O que consideraste mais fácil?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“Preparar os tubos”; “o mais fácil foi fazer a identificação dos tubos”	4	29	14	93
	Medições	“A medição do pH das soluções”; “classificar quanto ao pH”	2	14		
	Gestão das actividades	“Foi fácil distribuir as tarefas pelas pessoas do grupo”	1	7		
	Protocolo/Actividade	“Os procedimentos em si, não tínhamos que fazer muito”; “A actividade em si”	7	50		
Intellectual	Análise dos resultados	“Identificar a quantidade de bolhas”	1	100	1	7
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	“Distribuir água destilada pelos vários tubos”; “Colocar os indicadores”	4	67	6	86
	Protocolo/Actividade	“A actividade experimental em si”; “O procedimento da experiência”	2	33		
Intellectual	Análise dos resultados	“Identificar a produção de bolhas de O ₂ ”	1	100	1	14

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 7. Dificuldades e facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 2 (total da turma).

Totais					
Questão 2.1 O que consideraste mais difícil?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	9	56	16	70
	Medições	4	25		
	Gestão das actividades	3	19		
Intellectual	Análise dos resultados	6	100	6	26
Outros	Nada	1	100	1	4
Questão 2.2 O que consideraste mais fácil?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	8	40	20	91
	Medições	2	10		
	Gestão das actividades	1	5		
	Protocolo/Actividade	9	45		
Intellectual	Análise dos resultados	2	100	2	9

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Em relação ao grau de satisfação apresentado na realização da tarefa 2, a maioria dos alunos referiu, numa escala de 1 a 4 (sendo 1 não gostei nada e 4 gostei muito), que gostou (nível 3). Sete alunos do segundo turno, quatro raparigas e três rapazes referiram que gostaram muito. Pelo contrário, no turno 1, duas raparigas e um rapaz não gostaram (nível 2) (ver figura 27).

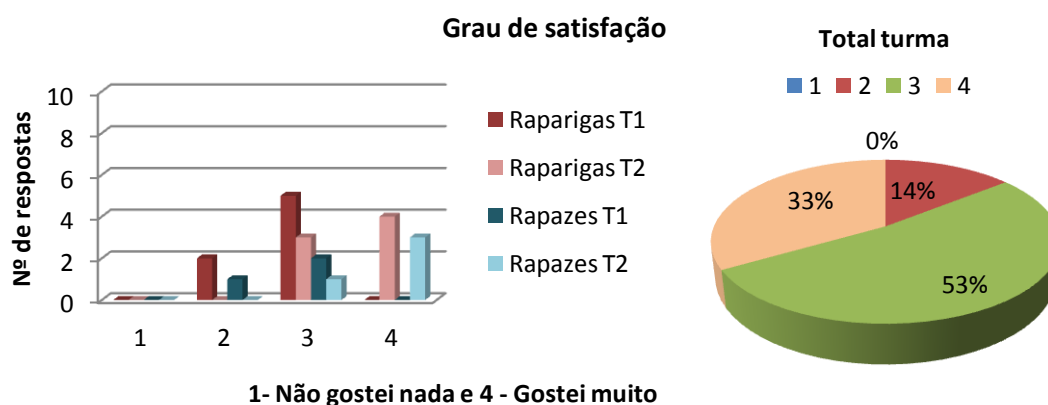


Figura 27. Classificação da tarefa 2 quanto ao grau de satisfação na sua concretização. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Tanto nos rapazes como nas raparigas, a observação dos resultados, em particular a libertação de bolhas de oxigénio devido à acção da catalase, foi o aspecto que mais gostaram nesta tarefa. Algumas raparigas referiram o tipo de aula (laboratorial) como sendo o aspecto que mais gostaram (ver quadro 8). Tanto raparigas como rapazes referiram aspectos procedimentais como o que menos gostaram na realização da tarefa 3, em especial o tempo que a solução de catalase demorou a filtrar. Algumas raparigas referiram, ainda, o facto de terem que cuspir para dentro dos tubos de ensaio como algo de que não gostaram (ver quadro 9). No total da turma (quadro 10), o que os alunos mais gostaram foi a observação dos resultados, seguida da manipulação do material/reagentes (trituração do fígado e preparação dos compostos) e do tipo de aula. O que menos agradou a todos foi a manipulação do material/reagentes, no que diz respeito à dificuldade em filtrar a solução de catalase.

Quadro 8. O que os alunos mais gostaram na concretização da tarefa 2 (resultados por sexo).

Questão 3.1 O que gostaste mais?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“Da preparação dos compostos”; “De triturar o fígado”	3	27	11	73
	Observação resultados	“Libertação do oxigénio nas últimas amostras”; “Da reacção que ocorreu quando se aqueceu os tubos de ensaio”	8	73		
Outros	Tipo de aula	“Do facto de ser uma aula prática, em que os alunos têm oportunidade de trabalhar com equipamento de laboratório”; “Da experiência no geral”	3	75	4	27
	Tudo	“De tudo, fazer uma experiência laboratorial é algo pouco usual no meu dia-a-dia e é algo que me fascina e de que gosto muito”	1	25		
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Observação resultados	“Verificar a produção de bolhas de oxigénio”; “Ver a reacção da substância quando aquecida”	6	100	6	86
Outros	Tudo	“Tudo”	1	100	1	14

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 9. O que os alunos menos gostaram na concretização da tarefa 2 (resultados por sexo).

Questão 3.2 O que gostaste menos?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“O tempo que a filtração demorou”; “De ter de cuspir nos tubos de ensaio”	10	77	13	86
	Medições	“De realizar diferentes medições de água destilada”	1	8		
	Gestão das actividades	“Falta de tempo”; “De trabalhar com muitas soluções ao mesmo tempo”	2	15		
Intelectual	Análise dos resultados	“De não conseguir interpretar bem os resultados”	1	100	2	7
Outros	Nada	“Gostei da actividade, não houve nada que eu não gostasse”	1	100	2	7
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	”A filtração demorou muito tempo”; “Da filtração”	2	40	5	71
	Medições	“Execução de múltiplas medições das várias soluções”	1	20		
	Gestão das actividades	“Trabalhar com muitas soluções ao mesmo tempo”	1	20		
	Protocolo/Actividade	“Esperar pelos resultados do banho-maria”	1	20		
Outros	Nada	“Nada”	2	100	2	29

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 10. O que os alunos mais e menos gostaram na concretização da tarefa 2 (total da turma).

Totais					
Questão 3.1 O que gostaste mais?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	3	18	17	77
	Observação resultados	14	82		
Outros	Tipo de aula	3	60	5	23
	Tudo	2	40		
Questão 3.2 O que gostaste menos?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	12	66	18	82
	Medições	2	11		
	Gestão das actividades	3	17		
	Protocolo/Actividade	1	6		
Intelectual	Análise dos resultados	1	100	1	4
Outros	Nada	3	100	3	14

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Em relação ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 2, a maioria dos alunos afirmou que aprendeu alguma coisa. Dois alunos do segundo turno, um rapaz e uma rapariga, afirmaram que aprenderam muito. No entanto, cinco raparigas, da turma, afirmaram que aprenderam muito pouco (ver figura 28).

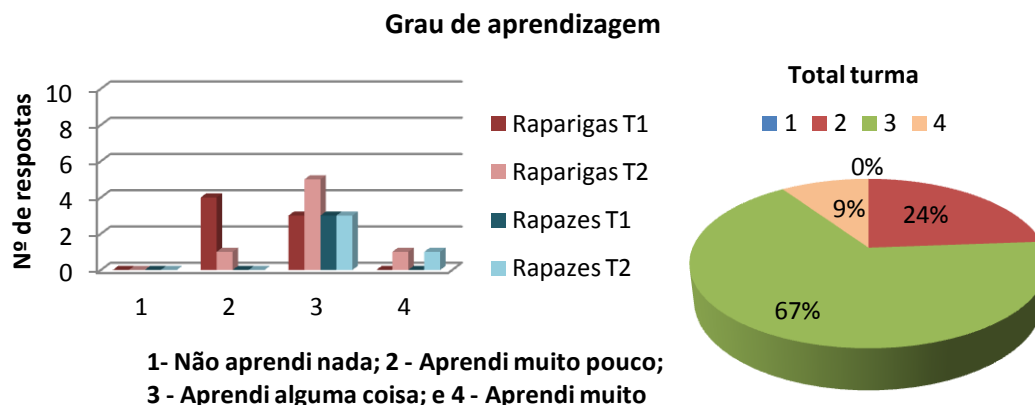


Figura 28. Classificação da tarefa 2 quanto ao grau de aprendizagem decorrente da sua concretização. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Para a grande parte das raparigas, a aprendizagem mais significativa, decorrente da realização desta tarefa, está relacionada com conteúdos, nomeadamente referentes à actuação de enzimas, seguidos de conteúdos relacionados com os factores que condicionam a actividade enzimática (quadro 11). No caso dos rapazes, para três, a aprendizagem mais significativa está relacionada com conteúdos, dentro destes destacam-se os relacionados com factores que condicionam a actividade enzimática. Tanto nos rapazes como nas raparigas, há ainda a destacar as aprendizagens relacionados com aspectos procedimentais, tais como: aprender a trabalhar em laboratório e ter atenção ao protocolo. Os resultados totais da turma (quadro 12) indicam a aprendizagem de conteúdos como a mais significativa, embora os aspectos procedimentais também tenham sido importantes para diversos alunos.

Quadro 11. Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 2 (resultados por sexo).

Questão 4.1						
Qual a aprendizagem mais significativa que construíste com a realização da Tarefa 2?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	“Aprendi imenso do que se deve fazer num laboratório, e numa experiência, pois não tenho esse costume”, “como se trabalha em laboratório”	2	50	4	29
	Protocolo/Actividade	“Aprendi que tenho que ler o procedimento antes de proceder há realização de qualquer experiência”, “ler as instruções todas antes de fazer as experiências”	2	50		
Intellectual	Conteúdos sobre factores que condicionam actividade enzimática	“Perceber os factores que condicionam a actividade enzimática”; “Factores que condicionam a actividade das enzimas”	2	33	6	42
	Conteúdos sobre actuação enzimática	“Podemos observar a actuação das enzimas”; “A actuação das enzimas”	3	50		
	Conteúdos sobre condições óptimas de actuação enzimática	“A importância das condições óptimas da actividade enzimática”	1	17		
Outros	Resposta confusa	“Qual o efeito das enzimas produzidas pelo corpo humano”; “A enzima presente no líquido proveniente do fígado ao reagir com outros compostos liberta mais oxigénio”; “Da reacção dos compostos às enzimas”	4	100	4	29
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	“Aprender a trabalhar em laboratório”	1	50	2	29
	Protocolo/Actividade	“Ter mais atenção às indicações que nos são dadas e à sua ordem”	1	50		
Intellectual	Conteúdos sobre factores que condicionam actividade enzimática	“O pH influencia a actividade enzimática”; “A actuação das enzimas depende da temperatura”	2	67	3	43
	Conteúdos sobre actuação enzimática	“Como as enzimas actuam nas reacções, bem como o seu funcionamento”	1	33		
Outros	Tudo	“Nunca tinha feito experiências, por isso foi tudo significativo”	1	50	2	28
	Resposta confusa	“Misturando a saliva com os compostos licor Fehling, pH 7, água oxigenada, e cozimento só amido no final da experiência com tudo isso misturado há uma maior libertação de oxigénio”	1	50		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

Quadro 12. Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 2 (total da turma).

Totais					
Questão 4.1					
Qual a aprendizagem mais significativa que construístes com a realização da Tarefa 2?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	3	50	6	29
	Protocolo/Actividade	3	50		
Intelectual	Conteúdos sobre factores que condicionam actividade enzimática	4	44	9	42
	Conteúdos sobre actuação enzimática	4	44		
	Conteúdos sobre condições óptimas de actuação enzimática	1	12		
Outros	Resposta confusa	5	83	6	29
	Tudo	1	17		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

Na apreciação global à tarefa 2, a maioria dos alunos classificou-a como boa (figura 29). Sete alunos do segundo turno, quatro raparigas e três rapazes, classificaram a tarefa como muito boa e duas raparigas, do primeiro turno, como satisfatória.

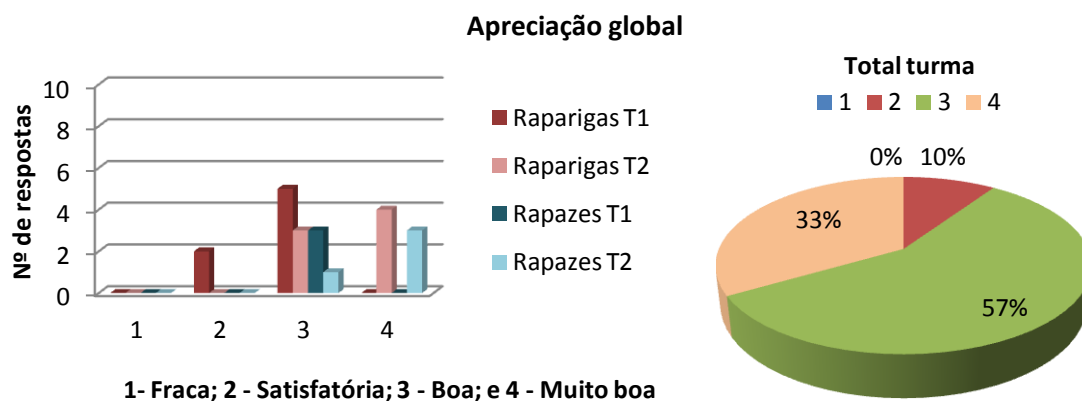


Figura 29. Apreciação global da tarefa 2. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

1.2. Dados referentes ao questionário B

O questionário B foi aplicado com o objectivo de compreender o impacto que a tarefa 3 teve nos alunos. Este questionário foi preenchido por todos os alunos da turma.

A maioria dos alunos classificou, quanto ao grau de clareza, o enunciado da tarefa 3, como claro (nível 3). A maioria dos rapazes considerou o enunciado muito claro, enquanto a maioria das raparigas o considerou claro (ver figura 30)

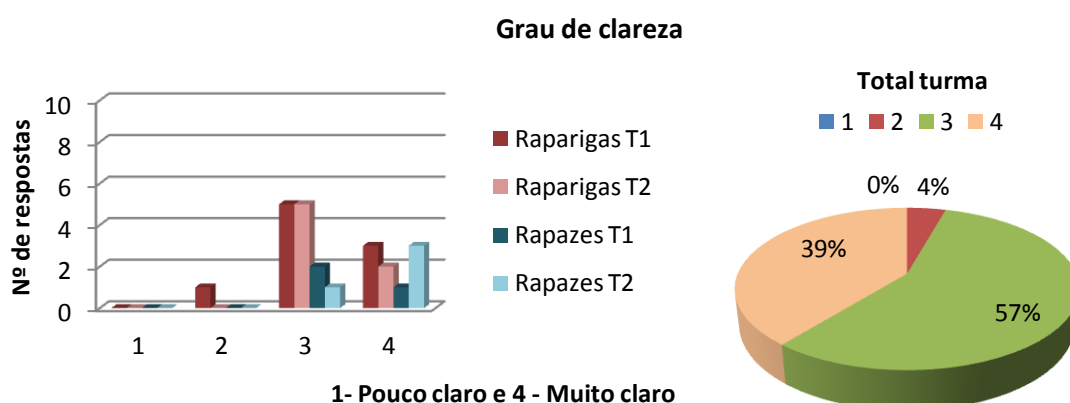


Figura 30. Classificação da tarefa 3 quanto ao grau de clareza do seu enunciado. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Relativamente ao grau de dificuldade sentido na realização desta tarefa, a maioria dos alunos considerou ter sentido pouca dificuldade, alguns nenhuma dificuldade e dois rapazes, do segundo turno, referiram ter sentido muita dificuldade (ver figura 31).

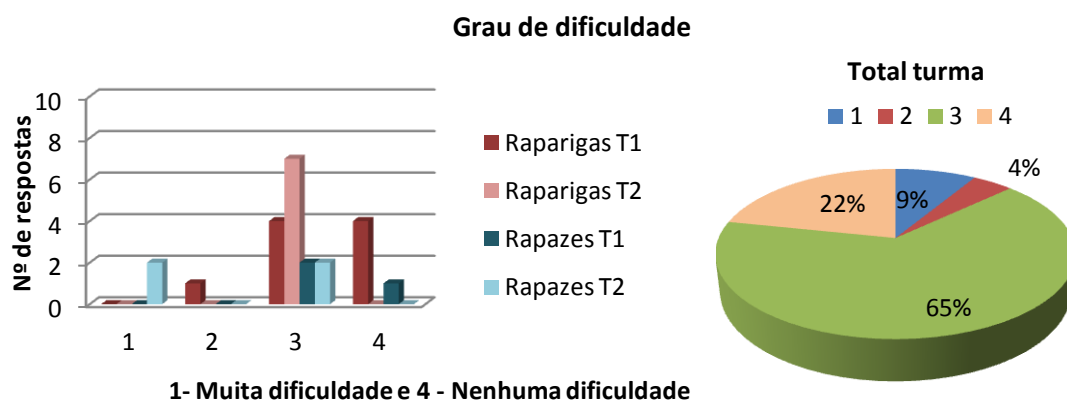


Figura 31. Classificação da tarefa 3 quanto ao grau de dificuldade na sua concretização. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Para as raparigas, o mais difícil desta tarefa está relacionado com aspectos intelectuais, em especial a análise dos resultados (distinguir os graus de conservação dos alimentos e formular conclusões). As alunas consideraram também difícil o processo de escolha da técnica de conservação a testar. No caso dos rapazes, os aspectos intelectuais da tarefa foram, também, considerados o mais difícil, e, tal como nas raparigas, em particular análise dos resultados (ver quadro 13). Relativamente ao que consideraram mais fácil nesta tarefa (quadro 14), a maioria das raparigas e dos rapazes mencionou os aspectos procedimentais. Dentro destes as raparigas destacaram realização da experiência, enquanto os rapazes a montagem da experiência e os processos de salga. Assim, no total da turma (quadro 15), o mais difícil foram os aspectos intelectuais, nomeadamente a análise dos resultados, seguida da escolha da técnica de conservação a utilizar na experiência; o mais fácil foram os aspectos procedimentais, nomeadamente a manipulação os reagentes/materiais, seguida da realização de toda a experiência.

Quadro 13. Dificuldades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 3 (resultados por sexo).

Questão 2.1 O que consideraste mais difícil?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência^a		Frequência^b	
			n*	%	n*	%
Intelectual	Escolha do alimento	“Descobrir o alimento mais indicado para a experiência”; Conseguir escolher um elemento que fosse de fácil conservação”	3	23	13	76
	Escolha da técnica de conservação	“Escolher qual a melhor técnica a estudar”; “Decidir técnica de conservação”	4	31		
	Análise dos resultados	“Distinguir os graus de conservação; “Formular conclusões a partir dos resultados obtidos”	6	46		
Outros	Cheiro	“Suportar o cheiro no final da experiência”; “Suportar o cheiro”	2	67	3	18
	Nada	“Não houve grandes dificuldades”	1	33		
Não respondeu			1	100	1	6
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência^a		Frequência^b	
			n	%	n	%
Intelectual	Escolha do alimento	“A escolha do alimento que íamos estudar”	1	20	5	71
	Escolha da técnica de conservação	“Conceber um procedimento que conciliasse a conservação do alimento com o sabor e a possibilidade de ser comestível”	1	20		
	Análise dos resultados	“Tirar conclusões a partir dos resultados”; “Ver o estado do peixe”	3	60		
Outros	Nada	“Nada”; “Não houve grandes dificuldades na experiência”	2	100	2	29

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 14. Facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 3 (resultados por sexo).

Questão 2.2 O que consideraste mais fácil?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“Colocar os peixes na salga”; “Ferver o vinagre com o açúcar e a cebola”	5	38	13	81
	Observação resultados	“Observação dos resultados”	1	8		
	Gestão das actividades	“Esperar uma semana”	1	8		
	Protocolo/Actividade	“Realizar a experiência”; “A actividade experimental”	6	46		
Intelectual	Elaboração de um protocolo experimental	“Elaborar o procedimento”	1	50	2	13
	Análise dos resultados	“Analisar os resultados”	1	50		
Não respondeu			1	100	1	6
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	“Proceder à montagem da experiência”; “Fazer a salga”	4	66	6	86
	Observação dos resultados	“Acompanhar o processo”	1	17		
	Protocolo/Actividade	“A realização da experiência não requeria grandes processos”	1	17		
Outros	Tudo	“Tudo”	1	100	1	14

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

Quadro 15. Dificuldades e facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 3 (total da turma).

Totais					
Questão 2.1 O que consideraste mais difícil?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Intelectual	Escolha do alimento	4	22	18	75
	Escolha da técnica de conservação	5	28		
	Análise dos resultados	9	50		
Outros	Cheiro	2	40	5	21
	Nada	3	60		
Não respondeu		1	100	1	4
Questão 2.2 O que consideraste mais fácil?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	9	47	19	83
	Observação resultados	2	11		
	Gestão das actividades	1	5		
	Protocolo/Actividade	7	37		
Intelectual	Elaboração de um protocolo experimental	1	50	2	9
	Análise dos resultados	1	50		
Outros	Tudo	1	100	1	4
Não respondeu		1	100	1	4

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Em relação ao grau de satisfação, a maioria dos alunos considerou ter gostado de realizar esta tarefa, tendo ainda uma grande percentagem referido que gostou muito; algumas raparigas não gostaram e uma não gostou nada (figura 32).

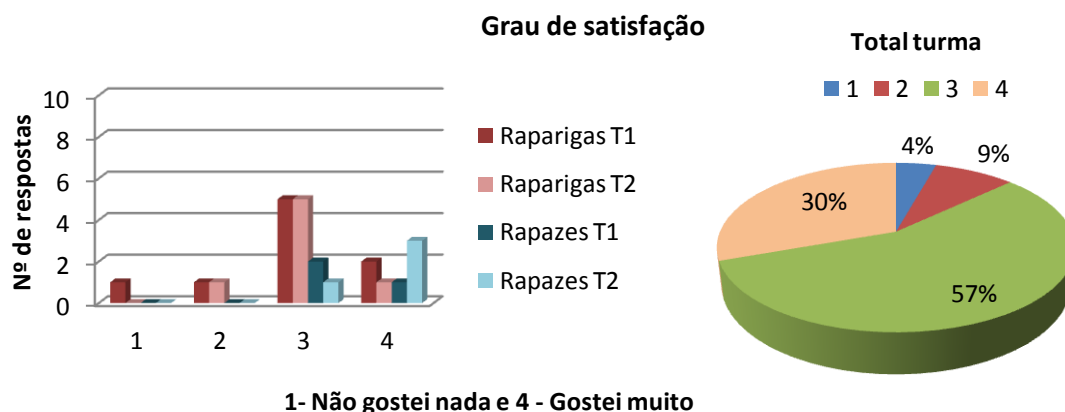


Figura 32. Classificação da tarefa 3 quanto ao grau de satisfação na sua concretização. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Dos aspectos procedimentais referidos pela maioria das raparigas e dos rapazes como o que mais gostaram nesta tarefa, destacam-se a salga e o arranjo do peixe, no caso feminino, e a observação dos resultados, no caso masculino (quadro 16). As segundas preferências, tanto em rapazes como em raparigas, recaíram sobre a realização da experiência e, no campo intelectual, a análise dos resultados. A maioria das raparigas indicou o cheiro como o aspecto que menos gostou nesta tarefa. No caso dos rapazes as opiniões, relativamente ao que menos gostaram, dividiram-se entre o aspecto intelectual e outros, respectivamente o facto de terem que reportar o trabalho e o cheiro (quadro 17). No total da turma (quadro 18), os aspectos procedimentais da tarefa (manipulação de matéria/reagentes e realização da actividade) foram os preferidos dos alunos, logo seguidos pela análise dos resultados; o cheiro foi o aspecto que menos agradou aos alunos.

Quadro 16. O que os alunos mais gostaram na concretização da tarefa 3 (resultados por sexo).

Questão 3.1 O que gostaste mais?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“De arranjar o peixe para a salga”; “Salgar a carne”	5	46	11	64
	Medições	“Cortar a carne e pesá-la”	1	9		
	Observação resultados	“Observar ao longo do tempo”	1	9		
	Gestão das actividades	“Esperar uma semana”	1	9		
	Protocolo/Actividade	“Realizar a experiência”; “Da realização da tarefa experimental”	3	27		
Intellectual	Elaboração de um protocolo experimental	“Ser o grupo a decidir a experiência”	1	25	4	24
	Análise dos resultados	“Verificar que a experiência foi bem sucedida”; “Descobrir se os métodos de conservação funcionam realmente”	3	75		
Outros	CTS	“Do facto de trabalharmos com alimentos do nosso quotidiano”	1	50	2	12
	Tipo de aula	“De ter uma aula diferente”	1	50		
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Observação resultados	“De ir observando a experiência”; “Observar os resultados”; “De ver os resultados da salga”	3	60	5	62
	Protocolo/Actividade	“A experiência, foi de fácil realização”; “(...) de fazer todo o procedimento”	2	40		
Intellectual	Análise dos resultados	“De verificar os resultados finais e de constatar que se enquadravam com a hipótese”; “De verificar que a experiência no final correu bem e de fazer todo o procedimento”	2	100	2	25
Outros	Tudo	“Tudo”	1	100	1	13

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 17. O que os alunos menos gostaram na concretização da tarefa 3 (resultados por sexo).

Questão 3.2 O que gostaste menos?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Resultado final	<i>Per si</i>	“Do resultado da experiência”; “Do resultado final da experiência”	3	75	4	23
	Ausência de resultado	“Não ter chegado a nenhum resultado com o controlo, devido às limitações”	1	25		
Intelectual	Análise dos resultados	“Da comparação entre o controlo e os peixes em salga, uma vez que é difícil fazer conclusões devido às limitações”	1	34	3	18
	Pesquisa	“De fazer pesquisa para o relatório”	1	33		
	Reportar o trabalho	“Ter que fazer apresentação e texto para entregar”;	1	33		
Outros	Cheiro	“O cheiro dos alimentos”; “O cheiro não suportável que a actividade tinha no final”	10	100	10	59
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	”Abrir o peixe do controlo”	1	100	1	12
Intelectual	Análise dos resultados	“Constatar que os resultados estavam adulterados”	1	33	3	38
	Reportar o trabalho	“O cheiro no final e de ter de fazer uma apresentação oral para a avaliação”; “Ter de fazer apresentação”	2	67		
Outros	Cheiro	“O cheiro no final (...)”; “O aroma”	2	67	3	38
	Nada	“Nada”	1	33		
Não respondeu			1	100	1	12

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 18. O que os alunos mais e menos gostaram na concretização da tarefa 3 (total da turma).

Totais					
Questão 3.1 O que gostaste mais?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	5	31	16	64
	Medições	1	6		
	Observação resultados	4	25		
	Gestão das actividades	1	6		
	Protocolo/Actividade	5	32		
Intellectual	Elaboração de um protocolo experimental	1	17	6	24
	Análise dos resultados	5	83		
Outros	CTS	1	34	3	12
	Tipo de aula	1	33		
	Tudo	1	33		
Questão 3.2 O que gostaste menos?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	1	100	1	4
Resultado final	<i>Per si</i>	3	60	5	19
	Ausência de resultado	2	40		
Intellectual	Análise dos resultados	2	33	6	23
	Pesquisa	1	17		
	Reportar o trabalho	3	50		
Outros	Cheiro	12	92	13	50
	Nada	1	8		
Não respondeu		1	100	1	4

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

No final da tarefa, a maioria dos alunos afirmou que aprendeu alguma coisa com a sua realização. No entanto, quatro alunos referiram ter aprendido muito pouco e uma aluna indicou que não aprendeu nada (figura 33).

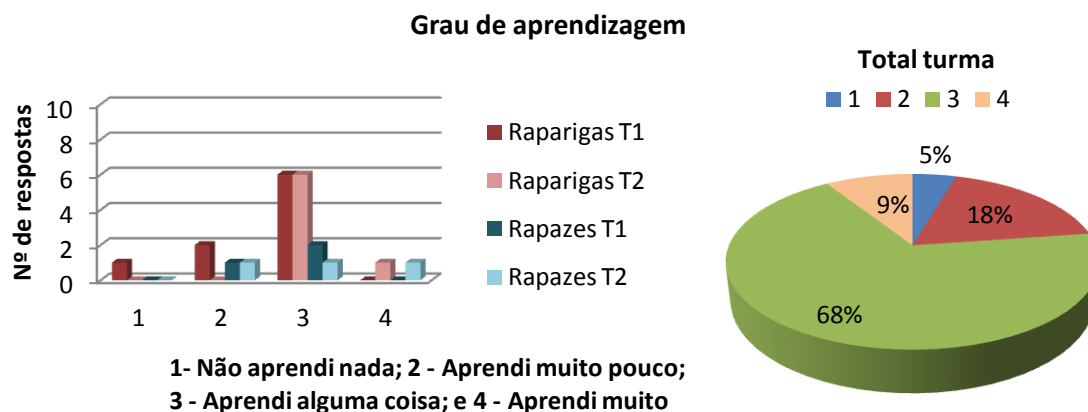


Figura 33. Classificação da tarefa 3 quanto ao grau de aprendizagem decorrente da sua concretização. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

A maioria das raparigas e dos rapazes referiu aspectos intelectuais como a sua aprendizagem significativa, nomeadamente conteúdos sobre a actuação/funcionamento de métodos de conservação e conteúdos sobre conservantes naturais (quadro 19). Algumas raparigas referiram ainda conteúdos históricos e CTS como sendo a sua aprendizagem mais significativa, enquanto alguns rapazes sublinharam aspectos procedimentais relacionados com o protocolo. Globalmente, a maioria dos alunos indicou aspectos intelectuais como sendo a sua aprendizagem mais significativa, em particular os conteúdos sobre a actuação/funcionamento de métodos de conservação (quadro 20).

Quadro 19. Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 3 (resultados por sexo).

Questão 4.1						
Qual a aprendizagem mais significativa que construístes com a realização da Tarefa 3?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Protocolo/Actividade	“Ver na prática como o sal consegue conservar o peixe e outros alimentos”	1	100	1	5
Intelectual	Conteúdos sobre conservantes naturais	“Que o sal é um bom conservante”; “Que o vinagre é um bom conservante”	4	29	14	78
	Conteúdos sobre actuação/funcionamento dos métodos de conservação	“Métodos de conservação que parecem idênticos têm resultados relativamente diferentes”; “Que existem certos métodos de conservação que não resultam”; “O que conserva e o que não conserva”	7	50		
	Conteúdos históricos	“Os tipos passavam fome no mar”; “Como funcionam os diferentes métodos de conservação dos alimentos que se usavam no passado”	2	14		
	Reflexão sobre o trabalho desenvolvido	“Aprendi que é preciso ter em conta vários factores que comprometem o resultado da experiência”	1	7		
Outros	CTS	“Como a ciência mudou a nossa vida”; “São importantes os novos métodos de conservação”	2	67	3	17
	Nada	“Não aprendi nada de novo”	1	33		
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Protocolo/Actividade	“Que o sal é bom conservante e como fazer a salga”	2	100	2	22
Intelectual	Conteúdos sobre conservantes naturais	“Que o sal é bom conservante (...)”; “existem métodos, ainda que rudimentares, de conservar alimentos”; “Compreender como se pode conservar a comida durante muito tempo, com que ingredientes e meios o podemos fazer”	3	43	7	78
	Conteúdos sobre actuação/funcionamento dos métodos de conservação	“Qual dos métodos testados é melhor para conservar determinado alimento”; “Um dos métodos de conservação não conhecia como actuava e passei a perceber melhor a sua actuação”; “Que diferentes alimentos, têm diferentes métodos de conservação”	3	43		
	Reflexão sobre o trabalho desenvolvido	“Nem sempre os resultados são bons”	1	14		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 20. Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 3 (total da turma).

Totais					
Questão 4.1					
Qual a aprendizagem mais significativa que construiste com a realização da Tarefa 3?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Procedimental	Protocolo/Actividade	3	100	3	11
Intellectual	Conteúdos sobre conservantes naturais	7	34	21	78
	Conteúdos sobre actuação/funcionamento dos métodos de conservação	10	48		
	Conteúdos históricos	2	9		
	Reflexão sobre o trabalho desenvolvido	2	9		
Outros	CTS	2	67	3	11
	Nada	1	33		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Na apreciação global à tarefa 3, a maioria dos alunos classificou-a como boa (figura 34). Oito alunos, quatro raparigas e quatro rapazes, classificaram a tarefa como muito boa e duas raparigas, do primeiro turno, uma como satisfatória e outra como fraca.

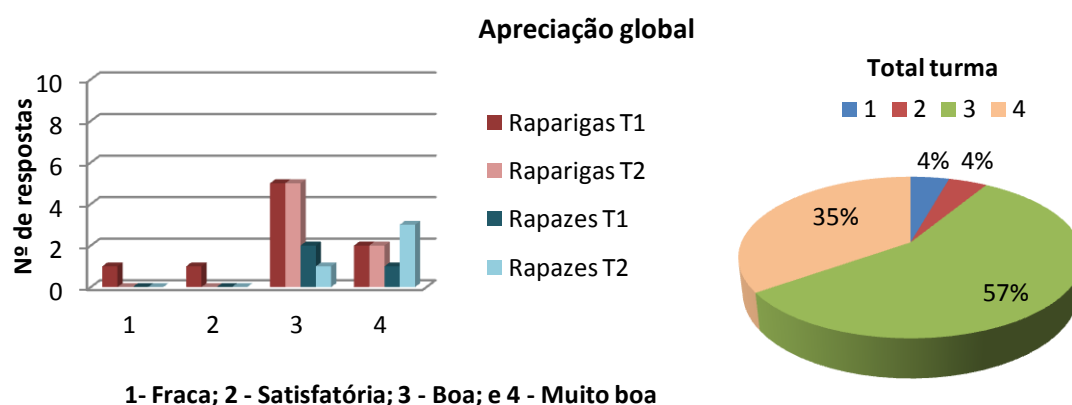


Figura 34. Apreciação global da tarefa 3. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

1.3. Dados referentes ao questionário C

O questionário C foi aplicado com o objectivo de compreender o impacto que a tarefa 4 teve nos alunos. Este questionário foi preenchido por todos os alunos da turma.

A maioria dos alunos classificou, quanto ao grau de clareza, o enunciado da tarefa 4, como claro (nível 3). Um grande número de alunos considerou enunciado muito claro, enquanto duas raparigas o consideraram algo claro (nível 2) (ver figura 35).

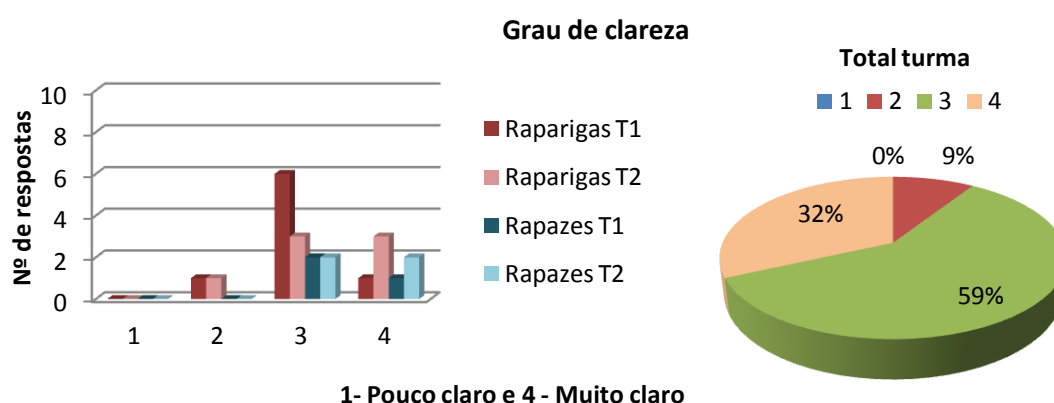


Figura 35. Classificação da tarefa 4 quanto ao grau de clareza do seu enunciado. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Relativamente ao grau de dificuldade na realização da tarefa (figura 36), a maioria dos alunos indicou que não apresentou nenhuma dificuldade. Na generalidade, as raparigas sentiram mais dificuldades que os rapazes.

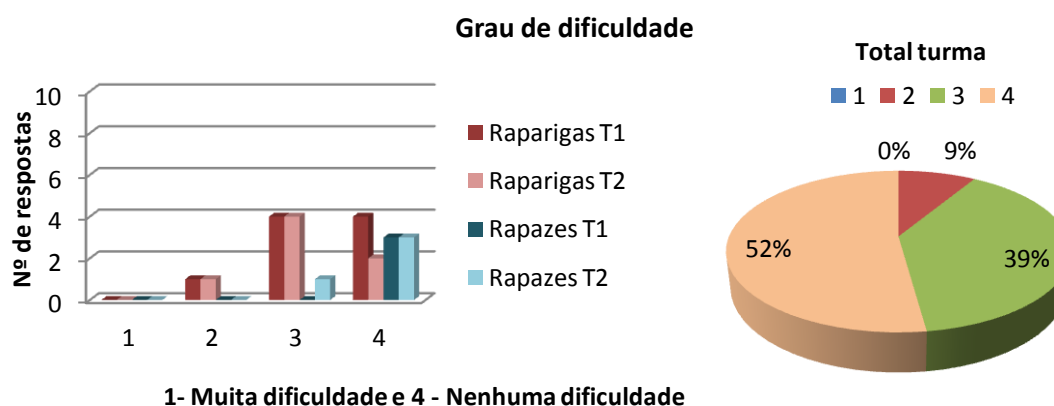


Figura 36. Classificação da tarefa 4 quanto ao grau de dificuldade na sua concretização. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Os aspectos do domínio intelectual foram os considerados mais difíceis pelas raparigas, relativamente à realização desta tarefa, nomeadamente a elaboração de um protocolo experimental e a formulação de uma hipótese/problema. Para os rapazes, os resultados foram semelhantes. No entanto, tanto nas raparigas, como nos rapazes, houve alunos que não consideraram nada difícil nesta tarefa (ver quadro 21). Relativamente ao que os alunos consideraram mais fácil na concretização da tarefa 4, tanto rapazes e raparigas apontaram aspectos procedimentais, mais concretamente o desenrolar do protocolo/actividade; os rapazes consideraram, também, as medições como algo fácil de realizar nesta tarefa (ver quadro 22). No total da turma (quadro 23), a maioria dos alunos considerou mais difícil o aspecto intelectual da tarefa, em particular a elaboração de um protocolo experimental. Contudo, colocar esse protocolo em prática foi o aspecto procedimental mais fácil para a maioria dos alunos.

Quadro 21. Dificuldades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 4 (resultados por sexo).

Questão 2.1 O que consideraste mais difícil?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência^a		Frequência^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“Obter a mistura”; “Misturar a farinha com a água”	2	67	3	19
	Gestão das actividades	“Saber o que fazer nos dias seguintes à experiência (medir o pH, fazer observações, etc.)”	1	33		
Intelectual	Elaboração de uma hipótese/problema	“Formular uma hipótese”; “Decidir o que seria melhor estudar com base nos materiais”	3	30	10	62
	Elaboração de um protocolo experimental	“Elaborar o procedimento”; “Arranjar uma dosagem certa para a realização da experiência”	5	50		
	Compreensão da tarefa	“Entender o que iríamos fazer”; “Perceber inicialmente no que consistia a actividade pedida”	2	20		
Outros	Nada	“Nada”	3	100	3	19
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência^a		Frequência^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	“Misturar a farinha com a água”	1	50	2	29
	Medições	“Medir com precisão as porções”	1	50		
Intelectual	Elaboração de uma hipótese/problema	“Apresentar/encontrar um problema e a sua hipótese”	1	34	3	42
	Elaboração de um protocolo experimental	“Idealizar o procedimento”	1	33		
	Compreensão da reacção fermentativa	“Ver o que influencia a reacção”	1	33		
Outros	Nada	“Nada”; “Nenhuma dificuldade em particular”	2	100	2	29

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

Quadro 22. Facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 4 (resultados por sexo).

Questão 2.2 O que consideraste mais fácil?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“Misturar/amassar a farinha e a água”; “Obter a mistura”	2	14	14	82
	Medições	“Como fazer as medições dos líquidos”	1	7		
	Observação resultados	“Observar as alterações nas amostras”	1	7		
	Protocolo/Actividade	“Por em prática o procedimento”; “A experiência no geral”	10	72		
Intelectual	Elaboração de uma hipótese/problema	“Criar uma hipótese”	1	50	2	12
	Análise dos resultados	“A interpretação dos resultados”	1	50		
Outros	Nada	“Nada”	1	100	1	6
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	“Proceder às misturas de iogurte e leite”	1	20	5	71
	Medições	“Medir o peso necessário da farinha e das leveduras”; “Fazer as pesagens”	2	40		
	Protocolo/Actividade	“O procedimento laboratorial”; A realização da experiência não requeria grandes usos de elaborados materiais”	2	40		
Outros	Tudo	“Toda a experiência”	2	100	2	29

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 23. Dificuldades e facilidades apontadas pelos alunos sobre a concretização da tarefa 4 (total da turma).

Totais					
Questão 2.1 O que consideraste mais difícil?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	3	60	5	22
	Medições	1	20		
	Gestão das actividades	1	20		
Intellectual	Elaboração de uma hipótese/problema	4	31	13	56
	Elaboração de um protocolo experimental	6	46		
	Compreensão da reacção fermentativa	1	7		
	Compreensão da tarefa	2	16		
Outros	Nada	5	100	5	22
Questão 2.2 O que consideraste mais fácil?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	3	16	19	79
	Medições	3	16		
	Observação resultados	1	5		
	Protocolo/Actividade	12	63		
Intellectual	Elaboração de uma hipótese/problema	1	50	2	8
	Análise dos resultados	1	50		
Outros	Nada	1	33	3	13
	Tudo	2	67		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Em relação ao grau de satisfação, a maioria dos alunos considerou ter gostado de realizar esta tarefa, tendo ainda vários alunos referido que gostou muito; apenas uma aluna, do segundo turno, não gostou (figura 37).

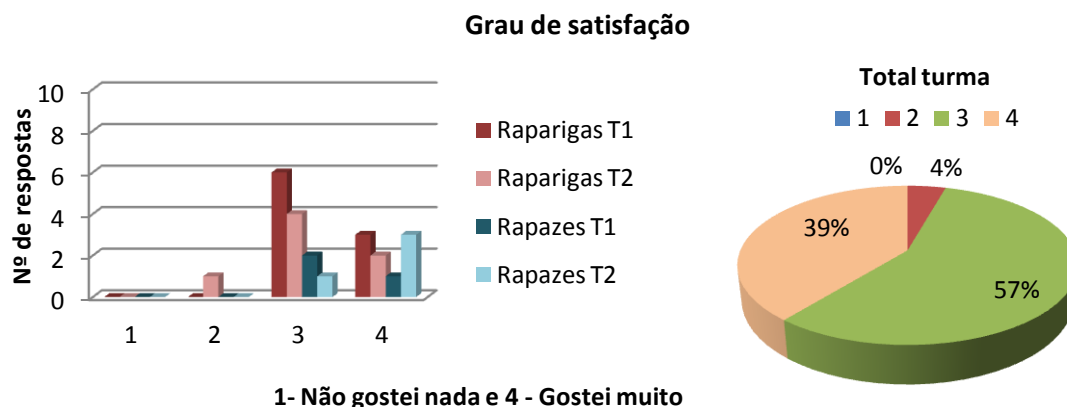


Figura 37. Classificação da tarefa 4 quanto ao grau de satisfação na sua concretização. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Nesta tarefa, as preferências das raparigas recaíram sobre aspectos procedimentais, em especial a manipulação dos materiais/reagentes e a observação dos resultados; algumas alunas referiram ter gostado de tudo e outras da elaboração do protocolo experimental. As preferências dos rapazes foram semelhantes (ver quadro 24). Em relação ao que menos gostaram nesta tarefa, várias alunas referiram que não houve nada que não tivessem gostado. No entanto, algumas não gostaram de limpar a bancada, outras de analisar os resultados e outras de gerir a actividade (quadro 25). A maioria dos rapazes não gostou dos aspectos procedimentais desta tarefa, nomeadamente a realização de medições, de sujar as mãos e de esperar pelos resultados (quadro 25). No global (quadro 26), a maioria dos alunos desta turma indicou os aspectos procedimentais desta tarefa, como o que mais gostou, nomeadamente a manipulação de materiais/reagentes e a observação de resultados. Vários alunos referiram, ainda, ter gostado de tudo, o que levou a que um grande número indicasse que não gostou de nada. Alguns alunos refeririam que não gostaram de alguns aspectos procedimentais da tarefa, principalmente a realização de medições e a limpeza da bancada.

Quadro 24. O que os alunos mais gostaram na concretização da tarefa 4 (resultados por sexo).

Questão 3.1 O que gostaste mais?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“De fazer a massa”; De misturar o leite e o iogurte”	4	50	8	42
	Medições	“Medir o pH”	1	12		
	Observação resultados	“Observar o resultado”; “Ver a evolução da experiência”	3	38		
Intelectual	Elaboração de uma hipótese/problema	“De termos sido nós a criar uma hipótese”	1	20	5	26
	Elaboração de um protocolo experimental	“Do facto de sermos nós a elaborar o procedimento e podermos trabalhar com os materiais”; “De termos sido nós a realizar o procedimento”	4	80		
Outros	Não sei	“Não sei”	1	17	6	32
	Tudo	“Toda a experiência”; “Da experiência no total”	5	83		
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“Mexer a massa”; “Elaborar a massa”	2	40	5	56
	Observação resultados	“Observar os resultados”; “Principalmente observar as mudanças de volume”	2	40		
	Protocolo/Actividade	“De testar o factor”	1	20		
Intelectual	Análise dos resultados	“Tirar conclusões”	1	100	1	11
Outros	Estratégia da professora	“A distribuição aleatória dos materiais que iríamos trabalhar”	1	33	3	33
	Tudo	“De toda a experiência”; “A experiência toda”	2	67		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 25. O que os alunos menos gostaram na concretização da tarefa 4 (resultados por sexo).

Questão 3.2 O que gostaste menos?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	“Limpar a bancada”	2	40	5	31
	Medições	“Medir o pH”	1	20		
	Gestão das actividades	“Não tínhamos muito tempo”; “De ter poucos recursos”	2	40		
Intellectual	Análise dos resultados	“Não conseguir chegar a nenhuma conclusão”; “A nossa experiência não deu os resultados que esperávamos”	2	67	3	19
	Relatório	“O relatório”	1	33		
Outros	Nada	“Nada”; “Gostei de tudo, não houve nada desagradável”	5	61	8	50
	Não sei	“Não sei”	1	13		
	Conflitos entre membros de grupo	“Dois dos meus colegas de grupo”	1	13		
	Cheiro	“Do cheiro”	1	13		
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagente	”Ter que sujar as mãos”	1	25	4	57
	Medições	“Medir o pH das misturas antes de serem alteradas as condições de temperatura”; “Efectuar as repetidas medições”	2	50		
	Protocolo/Actividade	“De esperar por resultados”	1	25		
Intellectual	Elaboração de uma hipótese/problema	Considerar uma hipótese para a experiência	1	50	2	29
	Análise dos resultados	“Dos resultados serem inconclusivos”	1	50		
Outros	Nada	“Nada”	1	100	1	15

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

Quadro 26. O que os alunos mais e menos gostaram na concretização da tarefa 4 (total da turma).

Totais					
Questão 3.1 O que gostaste mais?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	6	46	13	47
	Medições	1	8		
	Protocolo/Actividade	1	8		
	Observação resultados	5	38		
Intelectual	Elaboração de uma hipótese/problema	1	17	6	21
	Elaboração de um protocolo experimental	4	66		
	Análise dos resultados	1	17		
Outros	Estratégia da professora	1	11	9	32
	Não sei	1	11		
	Tudo	7	78		
Questão 3.2 O que gostaste menos?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n	%	n	%
Procedimental	Manipulação do material/reagentes	3	33	9	39
	Medições	3	33		
	Protocolo/Actividade	1	11		
	Gestão das actividades	2	23		
Intelectual	Elaboração de uma hipótese/problema	1	20	5	22
	Análise dos resultados	3	60		
	Relatório	1	20		
Outros	Nada	6	67	9	39
	Não sei	1	11		
	Conflitos entre membros de grupo	1	11		
	Cheiro	1	11		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Olhando agora para o grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 4, a maioria dos alunos considerou que aprendeu alguma coisa. A maioria das raparigas considerou que aprendeu alguma coisa, embora algumas tenham considerado que aprenderam muito e uma aluno que aprendeu muito pouco. As opiniões dos rapazes foram mais diversas, tendo três aprendido alguma coisa, dois muito pouco e dois aprendido muito (figura 38).

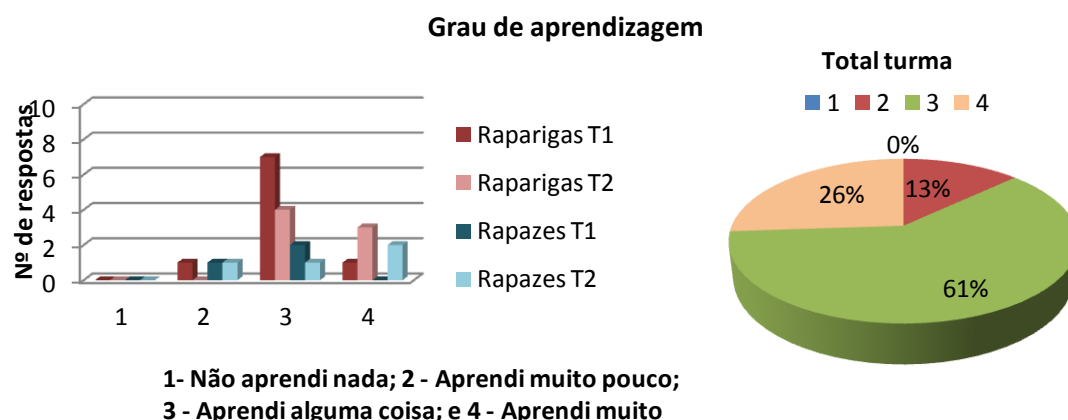


Figura 38. Classificação da tarefa 4 quanto ao grau de aprendizagem decorrente da sua concretização. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

A maioria das raparigas indicou aspectos de domínio intelectual como a aprendizagem mais significativa decorrente da concretização desta tarefa, assim como todos os rapazes (quadro 27). No entanto, dentro deste domínio, os conteúdos sobre factores que condicionam a fermentação foram os mais citados pelas raparigas e os conteúdos sobre como se processa a reacção fermentativa os mais citados pelos rapazes. As raparigas referiram, ainda, aspectos relacionados com a relação CTS. No total da turma (quadro 28), os conteúdos referentes à fermentação microbiana foram a aprendizagem mais significativa para a maioria dos alunos.

Quadro 27. Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 4 (resultados por sexo).

Questão 4.1						
Qual a aprendizagem mais significativa que construístes com a realização da Tarefa 4?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Procedimental	Protocolo/Actividade	“Ver na prática a actividade microbiana e a fermentação”	1	100	1	6
Intelectual	Conteúdos sobre acção dos microrganismos na fermentação	“Bactérias que ajudam na fermentação”; “Aprendi que as bactérias têm um papel fundamental na fermentação”	3	24	13	76
	Conteúdos sobre como se processa a reacção fermentativa	“Saber como é feita a fermentação”; “Como se processa a fermentação”	2	15		
	Conteúdos sobre factores que condicionam a fermentação	“A concentração de microrganismos influencia a taxa de fermentação alcoólica”; “Qual o efeito da temperatura na fermentação alcoólica”	6	46		
	Reflexão sobre o trabalho desenvolvido	“Perceber que na prática as coisas podem ser diferentes da teórica”; “Na prática as experiências nem sempre resultam como aparentam na teoria”	2	15		
Outros	CTS	“A utilidade da fermentação no dia-a-dia”; “Como a actividade microbiana e a fermentação influencia o nosso dia-a-dia”	3	100	3	18
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Intelectual	Conteúdos sobre acção dos microrganismos na fermentação	“A acção dos microrganismos na fermentação”; “As bactérias actuam na fermentação”	2	29	7	100
	Conteúdos sobre como se processa a reacção fermentativa	“Como ocorre a fermentação acética”; “Perceber como se realiza a fermentação alcoólica”	4	57		
	Conteúdos sobre factores que condicionam a fermentação	“Que uma reacção pode depender da presença de certos factores”	1	14		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 28. Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída com a realização da tarefa 4 (total da turma).

Questionário C - Totais					
Questão 4.1					
Qual a aprendizagem mais significativa que construiste com a realização da Tarefa 4?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Procedimental	Protocolo/Actividade	1	100	1	4
Intellectual	Conteúdos sobre acção dos microrganismos na fermentação	5	25	20	83
	Conteúdos sobre factores que condicionam a fermentação	7	35		
	Conteúdos sobre como se processa a reacção fermentativa	6	30		
	Reflexão sobre o trabalho desenvolvido	2	10		
Outros	CTS	3	100	3	13

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Em relação à apreciação global da tarefa 4 (figura 39), a metade das alunas classificou-a como muito boa. A restante metade atribuiu a classificação de boa, com a excepção de uma aluna que classificou a tarefa como fraca. Nos rapazes as opiniões variaram entre boa e muito boa. No geral, metade da turma classificou a tarefa como muito boa e outra metade boa, com uma aluna a classificar como satisfatória.

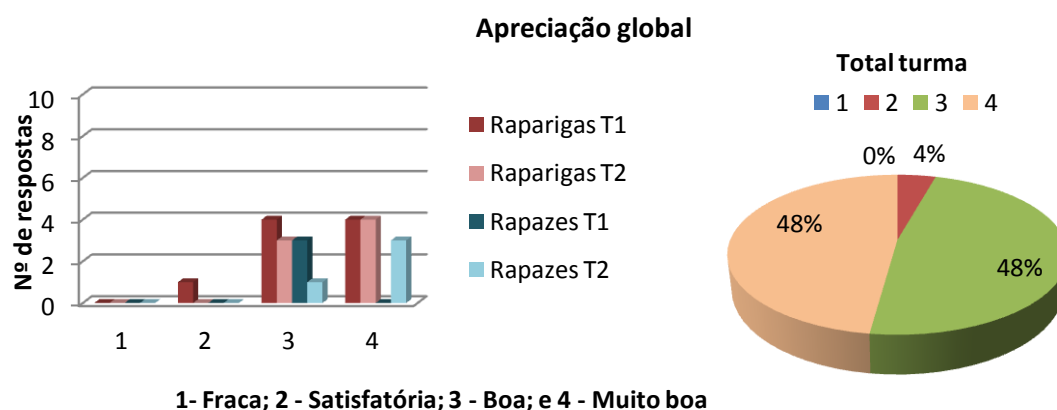


Figura 39. Apreciação global da tarefa 4. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

1.4. Dados referentes ao questionário D

O questionário D foi aplicado com o objectivo de compreender o impacto que as aulas realizadas, no período de 25 de Março a 9 Maio, tiveram nos alunos. Este questionário foi preenchido por todos os alunos da turma.

Em relação à organização das aulas laboratoriais, a maioria dos alunos classificou-as, segundo uma escala de 1 a 4 (sendo 1 confusas e 4 muito bem organizadas), como organizadas (nível 3); alguns alunos consideram-nas muito bem organizadas (nível 4) (figura 40). Relativamente às aulas teóricas, a maioria dos alunos considerou-as muito bem organizadas (figura 41).

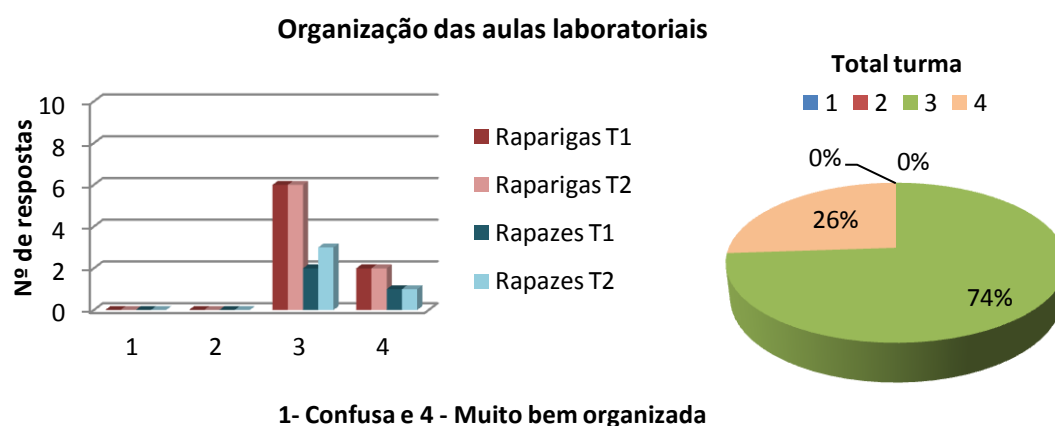


Figura 40. Classificação quanto ao grau de organização das aulas laboratoriais. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.



Figura 41. Classificação quanto ao grau de organização das aulas teóricas. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Os momentos explicativos das aulas laboratoriais foram classificados pela maioria dos alunos, segundo uma escala de 1 a 4 (sendo 1 pouco claros e 4 muito claros), como claros (nível 3); alguns alunos consideram-nos muito claros (nível 4) e outros como não muito claros (nível 2) (figura 42). Relativamente aos momentos explicativos das aulas teóricas, a maioria dos alunos considerou-os muito claros (figura 43).

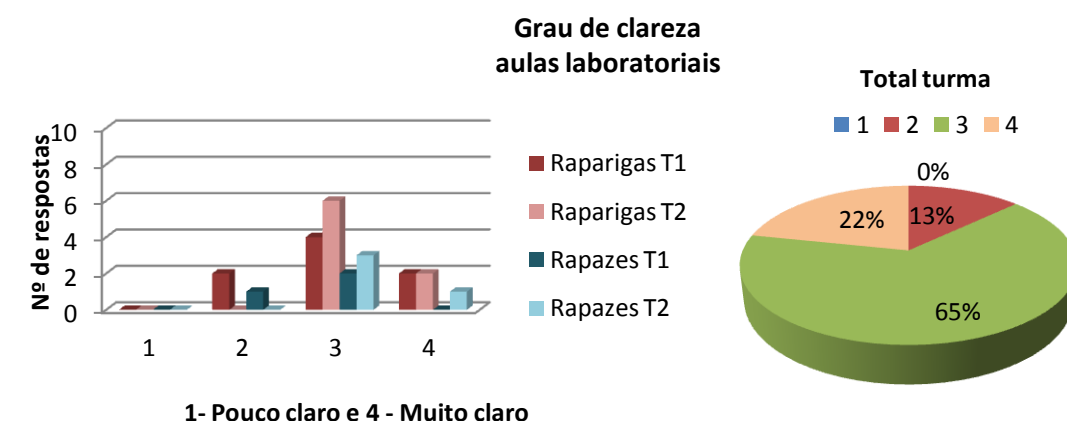


Figura 42. Classificação quanto ao grau de clareza dos momentos explicativos das aulas laboratoriais. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

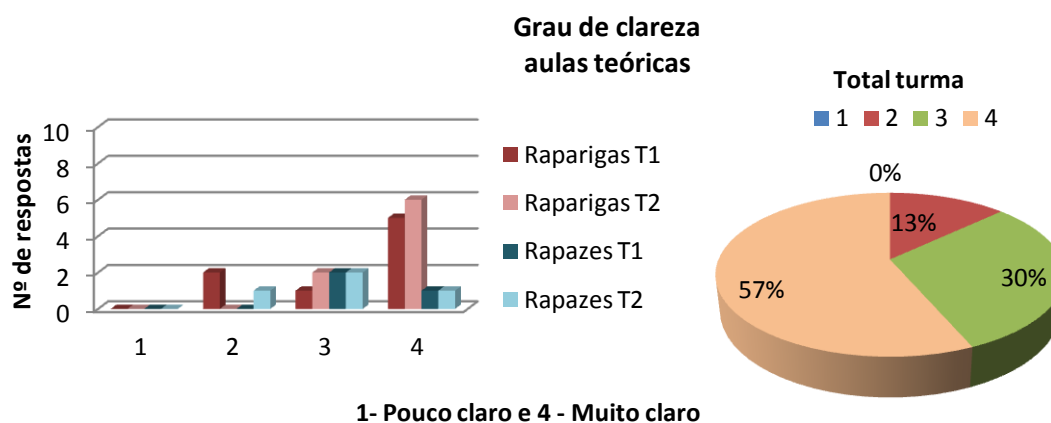


Figura 43. Classificação quanto ao grau de clareza dos momentos explicativos das aulas teóricas. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Em relação às aulas laboratoriais, a maioria dos alunos referiu ter aprendido alguma coisa com a realização das tarefas 2, 3 e 4 (respectivamente figuras 44, 45 e 46). Relativamente à tarefa 2, algumas alunas referiram ter aprendido muito pouco e uma aluna indicou que não aprendeu nada. Nas tarefas 3 e 4, alguns alunos referiram ter aprendido muito pouco, tendo a tarefa 3 obtido maior percentagem de respostas

correspondentes a esta classificação. A tarefa 4 apresenta-se como aquela em que os alunos aprenderam mais.

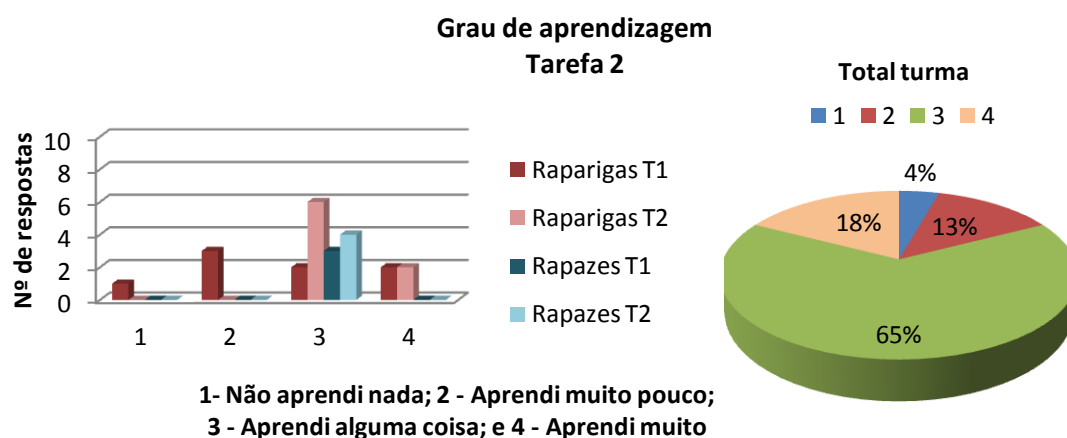


Figura 44. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 2. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

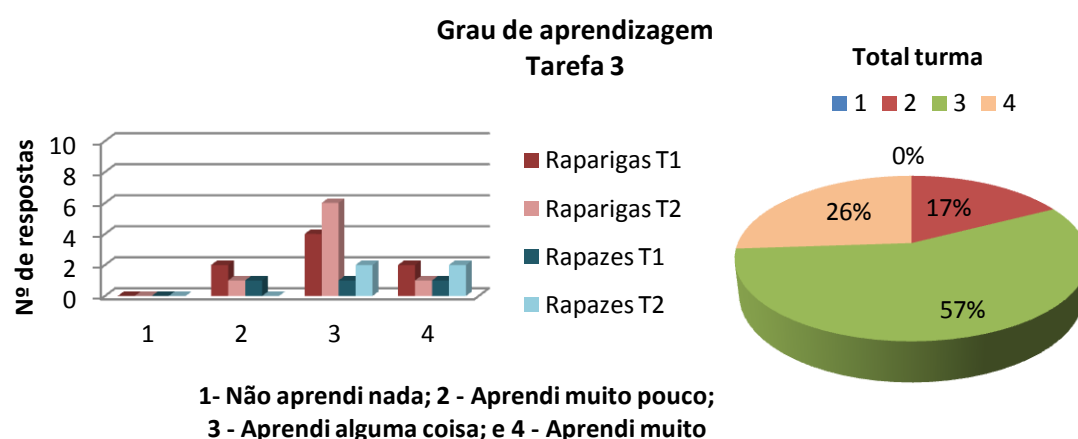


Figura 45. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 3. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

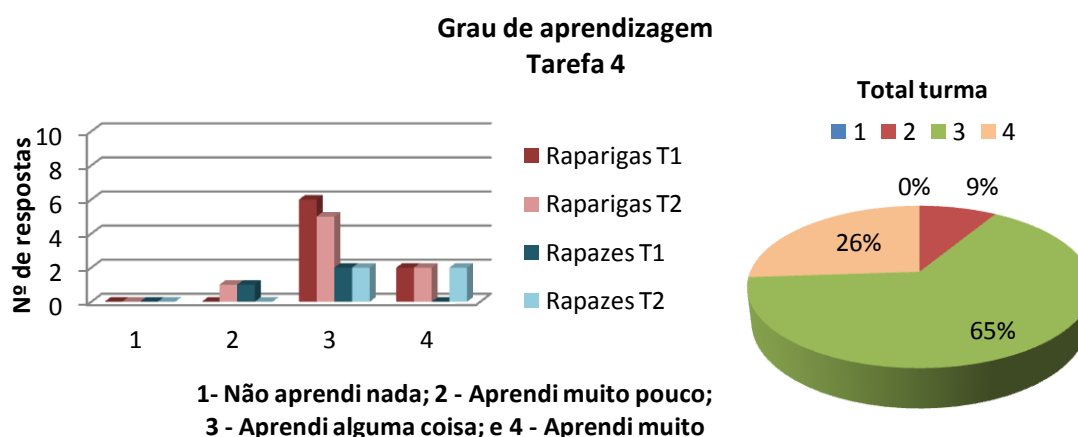


Figura 46. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 4. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Os resultados referentes ao grau de satisfação na concretização das tarefas 2, 3 e 4 encontram-se, respectivamente, nas figuras 47, 48 e 49. De acordo com a escala de 1 a 4 (sendo 1 não gostar nada e 4 gostar muito), de todas estas tarefas, aquela que a maioria dos alunos mais gostou de realizar foi a tarefa 4, seguida da tarefa 3 (ver figuras 49 e 48, respectivamente). No caso da tarefa 2, cerca de metade dos alunos gostou de a realizar e a outra metade gostou muito, havendo uma aluna que não gostou (figura 47). A tarefa 3 foi a única que apresentou uma aluna que não gostou nada de a realizar.

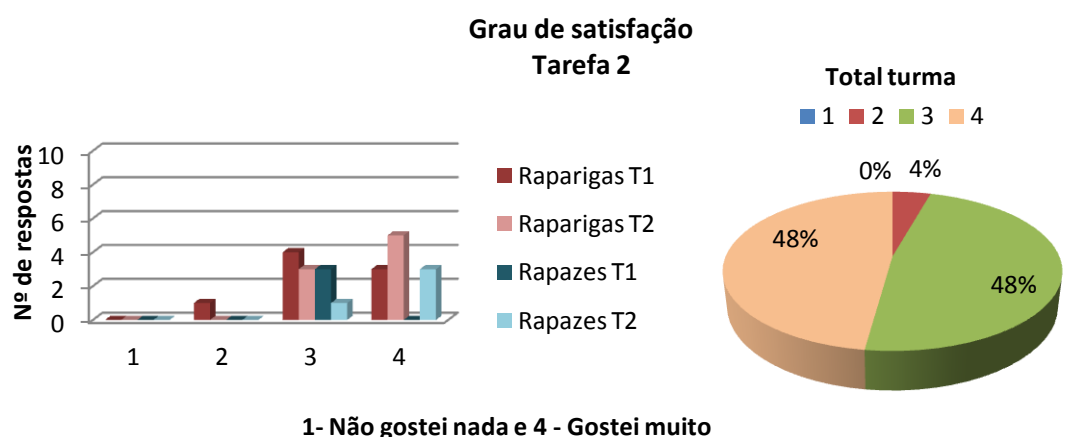


Figura 47. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 2. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

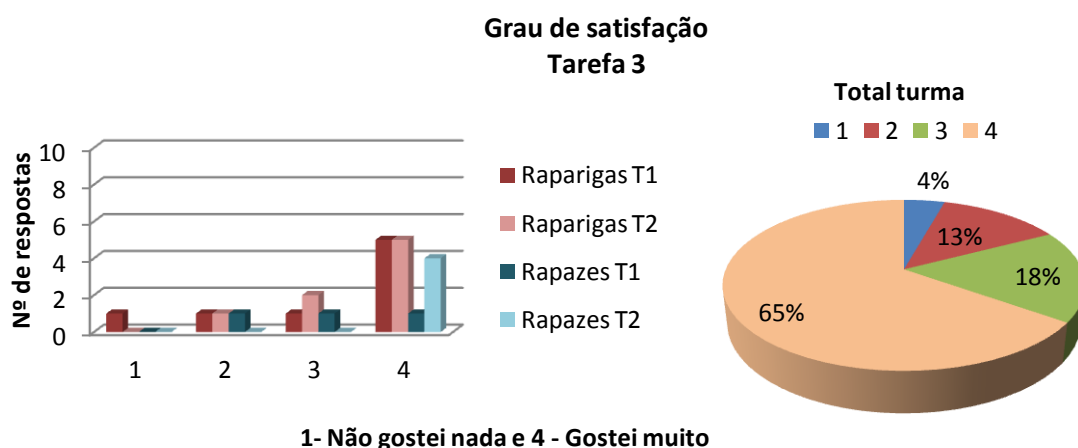


Figura 48. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 3. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

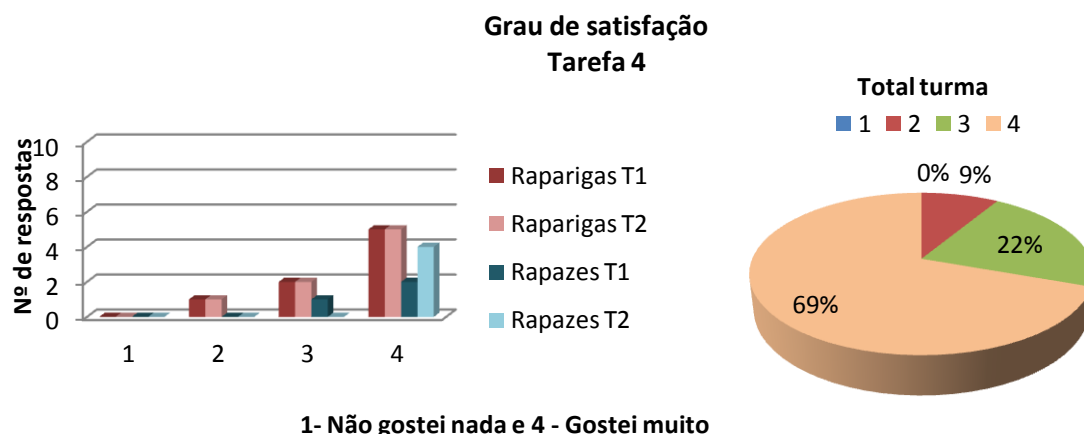


Figura 49. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 4. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Relativamente às aulas teóricas, a maioria dos alunos referiu ter aprendido alguma coisa com a realização das tarefas 1, 5 e 6 (respectivamente figuras 50, 51 e 52). Em todas as tarefas, algumas alunas referiram ter aprendido muito pouco, e no caso da tarefa 5, apenas raparigas afirmaram ter aprendido muito. A tarefa 1 apresenta-se como aquela em que os alunos aprenderam mais, seguida da tarefa 5 e por último a tarefa 6.

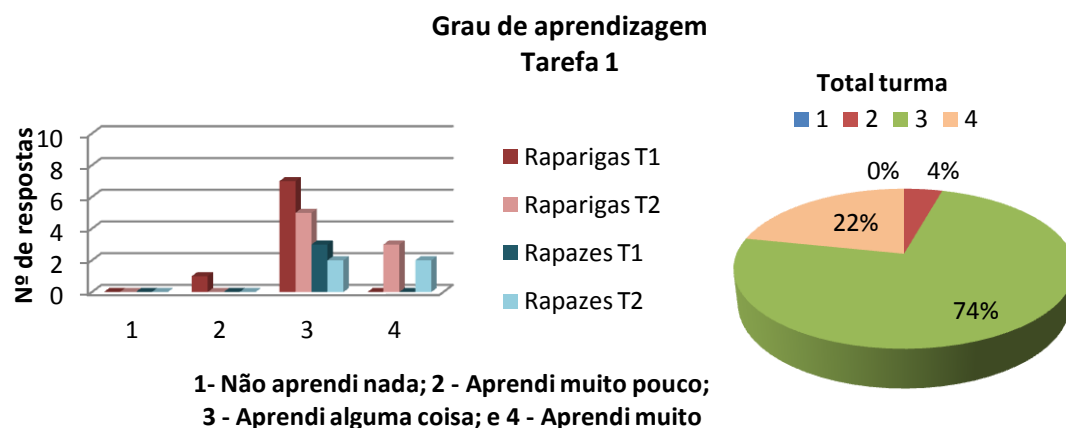


Figura 50. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 1. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

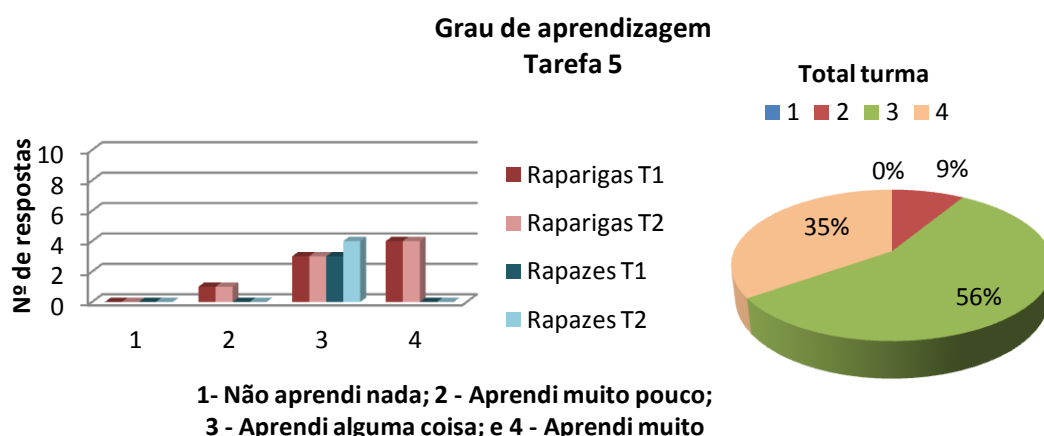


Figura 51. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 5. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

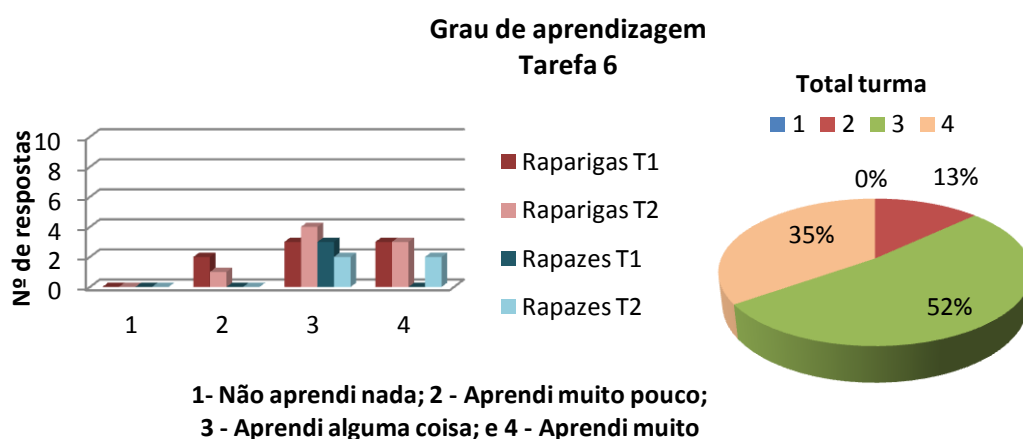


Figura 52. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização da tarefa 6. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Destas três tarefas, aquelas que a maior parte dos alunos mais gostou de realizar foram as tarefas 1 e 5 (ver figuras 53 e 54, respectivamente). No entanto, a tarefa 5 foi a única que uma aluna considerou não ter gostado nada de realizar. Relativamente à tarefa 6, a maioria dos alunos gostou de a realizar, tendo metade dos restantes gostado muito e outra metade gostado pouco (figura 55). Na generalidade, os alunos que indicaram não gostar nada ou gostar pouco das tarefas são do sexo feminino, à excepção de um rapaz que gostou pouco da tarefa 5.

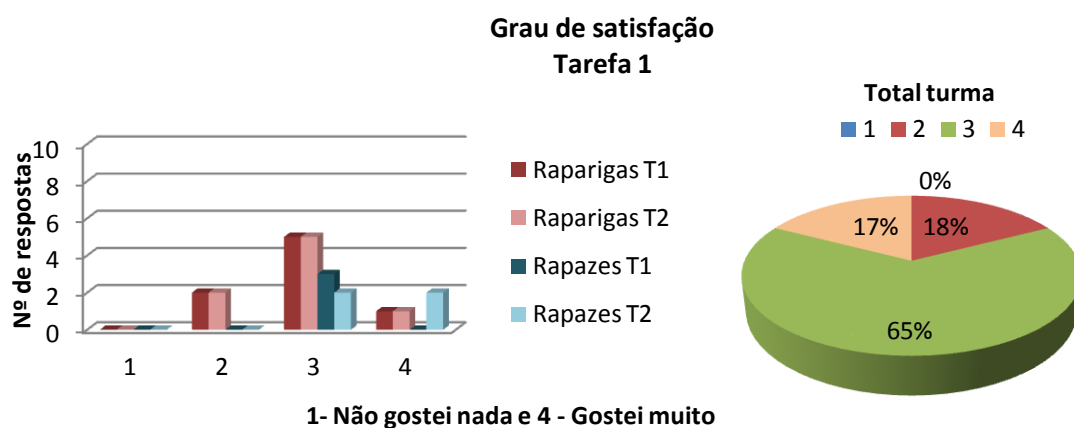


Figura 53. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 1. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

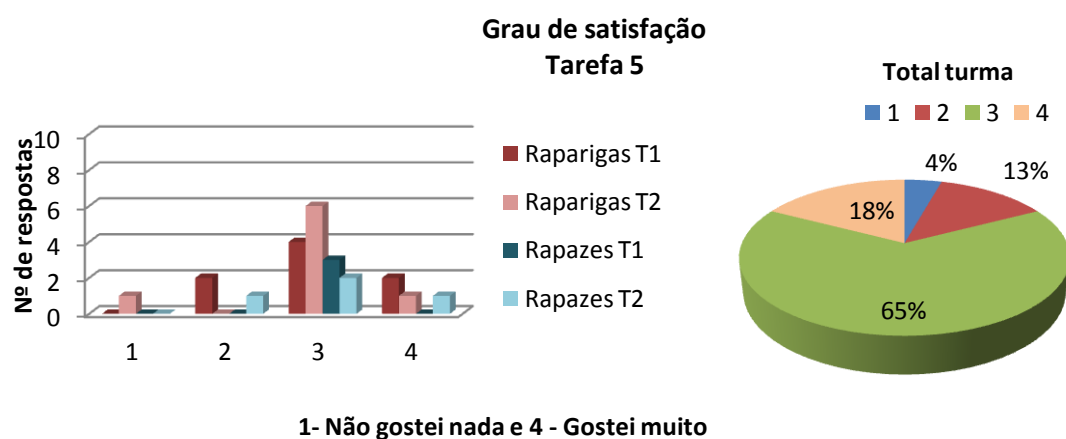


Figura 54. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 5. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

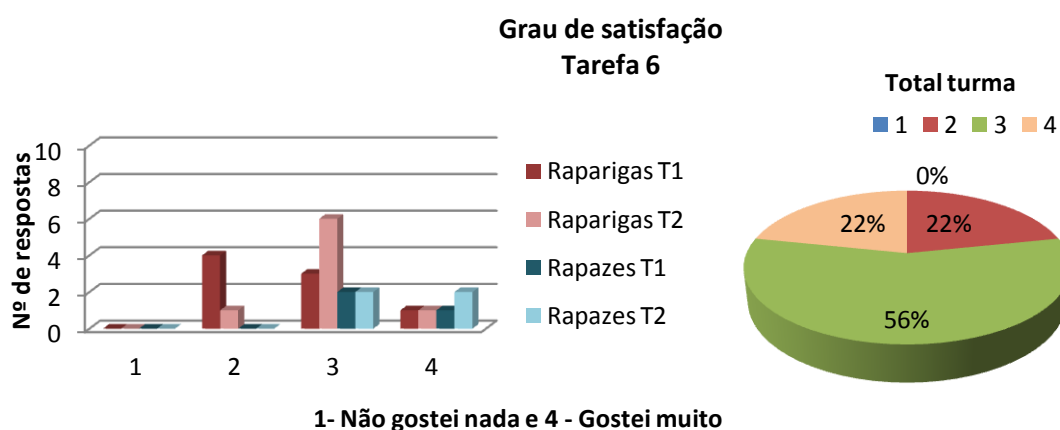


Figura 55. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização da tarefa 6. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Metade das raparigas considerou que nos momentos de exposição oral de conteúdos das aulas teóricas aprendeu muito e a outra metade que aprendeu alguma coisa. Contudo, para a maioria dos rapazes estes momentos proporcionaram apenas a aprendizagem de alguma coisa. No geral, a maioria dos alunos considerou que aprendeu alguma coisa e nenhum aluno considerou que aprendeu muito pouco ou nada (ver figura 56). A maioria dos alunos referiu que gosta deste tipo de estratégia, alguns indicaram que gostam muito e outros, em menor percentagem, que não gostam (ver figura 57).

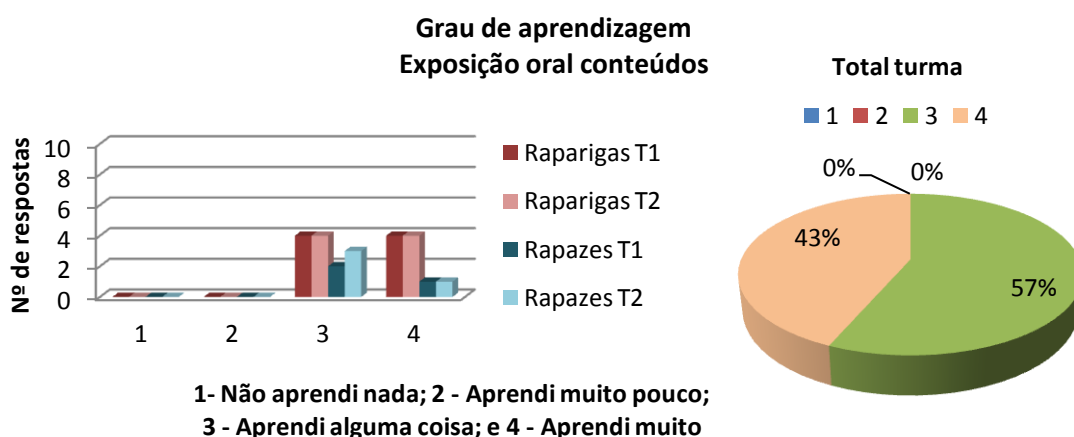


Figura 56. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da exposição oral de conteúdos nas aulas teóricas. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

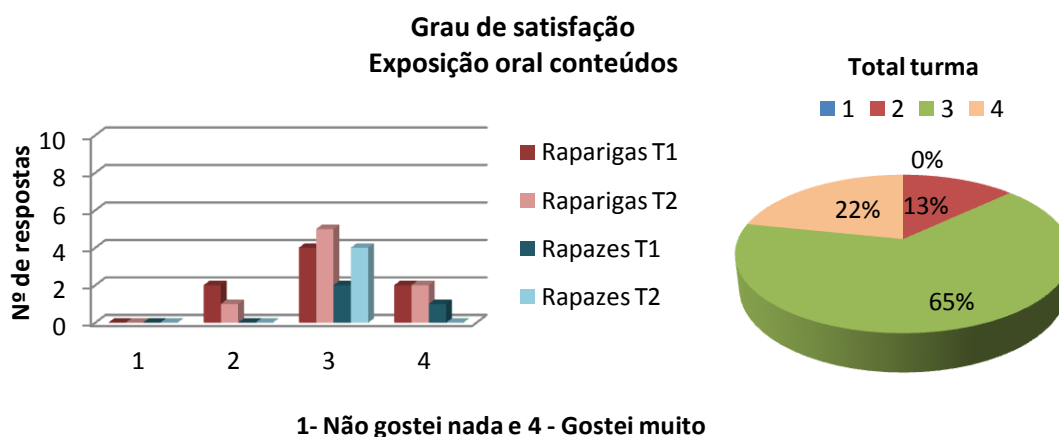


Figura 57. Classificação quanto ao grau de satisfação relativamente à estratégia de exposição oral de conteúdos nas aulas teóricas. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Em relação aos exercícios de papel e lápis realizados nas aulas teóricas, a maioria dos alunos considerou que aprendeu alguma coisa. No entanto, vários alunos afirmaram ter aprendido muito pouco (ver figura 58). Relativamente ao grau de satisfação na concretização deste tipo de exercícios, a maioria dos alunos refere, numa escala de 1 a 4 (sendo 1 não gostar nada e 4 gostar muito), gostar de o fazer, embora nove alunos não gostem muito e uma aluna não gosta nada (ver figura 59).

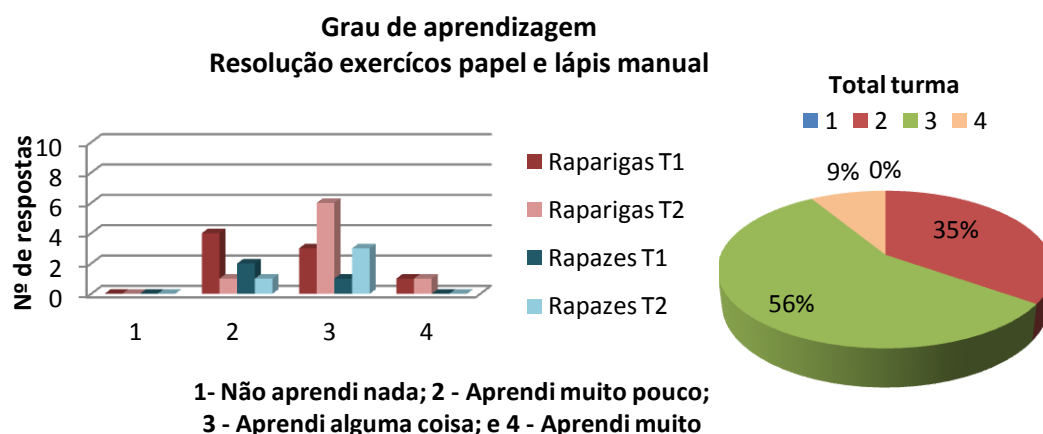


Figura 58. Classificação quanto ao grau de aprendizagem decorrente da realização de exercícios de papel e lápis nas aulas teóricas. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

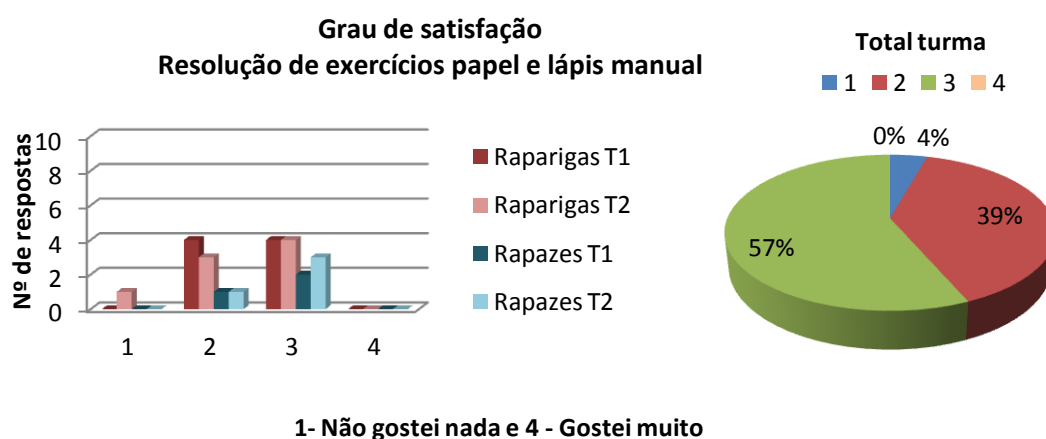


Figura 59. Classificação quanto ao grau de satisfação na realização de exercícios de papel e lápis nas aulas teóricas. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Em relação à apreciação global das aulas, todos os alunos do segundo turno consideraram as aulas laboratoriais como muito boas, enquanto os alunos do primeiro turno, com exceção de duas alunas, as consideraram boas. No geral, a maioria dos alunos da turma considerou as aulas laboratoriais muito boas (figura 60). Relativamente às aulas teóricas, a maioria dos alunos da turma considerou-as boas, tendo uma parte substancial da turma referido que as aulas foram muito boas e uma aluna, do segundo turno, que as aulas foram satisfatórias (figura 61).

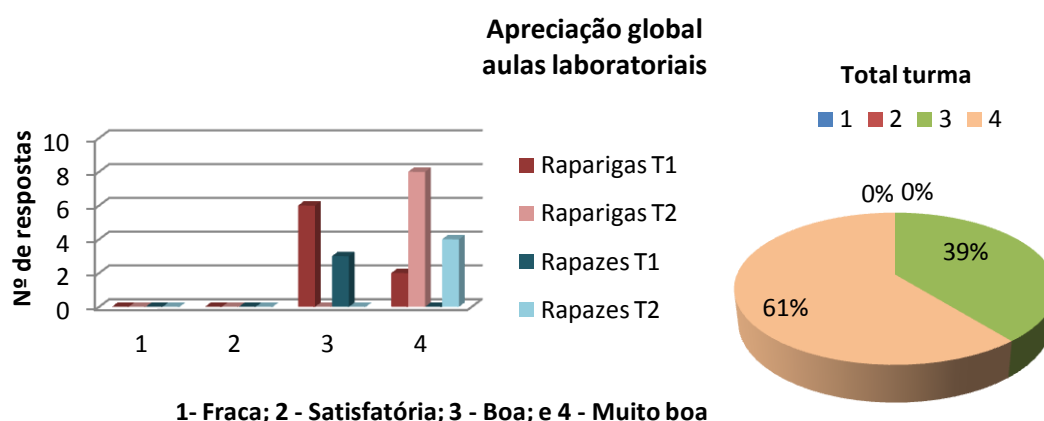


Figura 60. Apreciação global das aulas laboratoriais. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

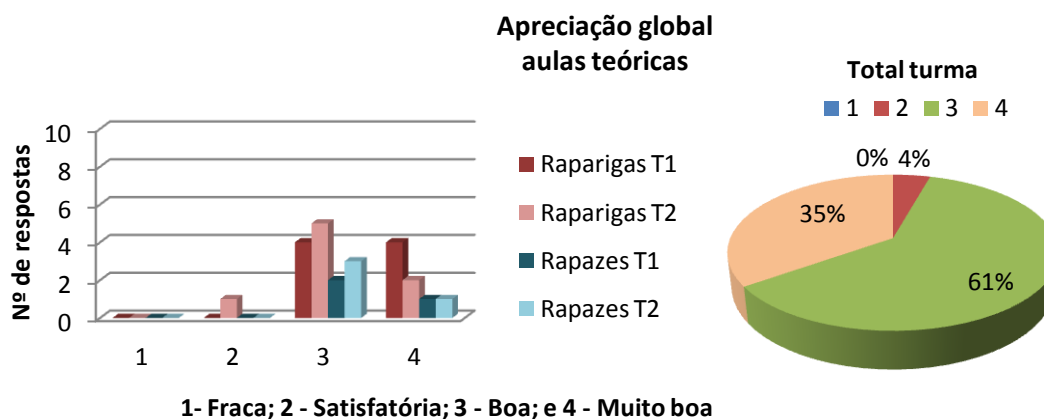


Figura 61. Apreciação global das aulas teóricas. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Para a maioria das raparigas, a aprendizagem mais significativa, construída no período de aulas em estudo, está relacionada com conteúdos, em especial referentes à actividade enzimática. Para uma grande percentagem de raparigas, a aprendizagem mais significativa está relacionada com trabalho experimental, em particular com a elaboração de uma actividade experimental. No caso dos rapazes, os resultados foram semelhantes, sendo a aprendizagem mais significativa a de conteúdos, em particular relacionados com a actividade enzimática e a conservação de alimentos (quadro 29). No total da turma, a maioria dos alunos indicou a aprendizagem de conteúdos como a mais significativa, seguida do trabalho experimental (quadro 30). No caso dos conteúdos, os mais significativos foram os relacionados com a actividade enzimática e no caso do trabalho experimental a elaboração de uma actividade experimental.

Quadro 29. Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída em todo o período de aulas em estudo (resultados por sexo).

Questão 6						
Qual a aprendizagem mais significativa que construístes neste período de aulas?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Conteúdos	Fermentação microbiana	“Fermentação microbiana”; “A forma de actuação das enzimas e dos microrganismos”	3	30	10	53
	Actividade enzimática	“Imobilização enzimática”; “Funcionamento das enzimas”	4	40		
	Conservação de alimentos	“Como se conservam os alimentos”; “A conservação de alimentos”	3	30		
Trabalho laboratorial	Elaboração actividade experimental	“Elaborar uma actividade laboratorial”; “Adquiri melhor uma noção do que é necessário para escolher o procedimento mais adequado para a experiência em causa”	4	50	8	42
	Manipulação de reagentes/material	“Trabalhar em laboratório”	1	12		
	Relatório	“Elaboração de relatórios”; “Realização de relatórios”	2	25		
	Processo investigativo	“Todo o processo de investigação científica com a realização das actividades experimentais, com a realização dos relatórios e com as apresentações”	1	13		
Não respondeu			1	100	1	5
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Conteúdos	Fermentação microbiana	“A fermentação”; “Como funcionam as enzimas, os microrganismos, e os aditivos que são usados na nossa comida”	2	25	8	80
	Actividade enzimática	“Como as enzimas funcionam”; “Funcionamento das enzimas e quais os factores que influenciam a actividade enzimática”	3	37		
	Conservação de alimentos	“Como os alimentos são afectados por factores externos”	3	38		
Trabalho laboratorial	Elaboração actividade experimental	“Elaborar uma actividade laboratorial”	1	50	2	20
	Manipulação de reagentes/material	“Aprender a trabalhar em laboratório, fazendo experiência e perceber como ocorre as reacções nos alimentos”	1	50		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 30. Considerações sobre a aprendizagem mais significativa construída em todo o período de aulas em estudo (total da turma).

Totais					
Questão 6					
Qual a aprendizagem mais significativa que construístes neste período de aulas?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Conteúdos	Fermentação microbiana	5	28	18	62
	Actividade enzimática	7	39		
	Conservação de alimentos	6	33		
Trabalho laboratorial	Elaboração actividade experimental	5	50	10	34
	Manipulação de reagentes/material	2	20		
	Relatório	2	20		
	Processo investigativo	1	10		
Não respondeu		1	100	1	4

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias

Em relação ao que poderia ser melhorado, se a mesma estratégia de aulas fosse aplicada aos alunos do ano seguinte, cinco raparigas indicaram aspectos relacionados com os trabalhos de grupo, em especial mais tempo para os entregar e mais tempo entre a realização de cada um. As raparigas mencionaram, também, aspectos relacionados com a metodologia, como por exemplo o recurso a visualização de vídeos e outro tipo de experiências. Foram, também apontados alguns aspectos a melhorar tanto nas aulas teóricas como nas aulas laboratoriais. A maioria dos rapazes indicou aspectos diversos, como o acompanhamento dos conteúdos e a metodologia. Para os rapazes, seria também importante alterar alguns aspectos relacionados com as aulas teóricas, nomeadamente a clarificação de conceitos e uma menor realização de exercícios de papel e lápis (ver quadro 31). No geral, vários alunos da turma referiram que seria importante melhorar aspectos relacionados com metodologia e o acompanhamento de conteúdos, seguidos de aspectos relacionados com as aulas teóricas, como a clarificação de conceitos. Menos trabalhos de grupo e mais tempo para os entregar foram outras das melhorias sugeridas pelos alunos (quadro 32).

Quadro 31. Considerações sobre o que poderia ser melhorado (resultados por sexo).

Questão 7						
Se a mesma estratégia de aulas fosse aplicada aos alunos do ano seguinte, o que poderia ser melhorado?						
Raparigas						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n*	%	n*	%
Aulas teóricas	Resolução de exercícios	“Os exercícios de papel e lápis”; “Haver menos resolução de actividades em aulas teóricas”	2	50	4	24
	Clarificação de conceitos	“As aulas teóricas podiam ser mais esclarecedoras”; “Poderia haver espaço para aprofundar mais os conceitos teóricos ou mostrar outros materiais aos alunos, em vez de tanto tempo para relatórios e aulas experimentais”	2	50		
Aulas laboratoriais	Clarificação das tarefas	“A clareza das tarefas porque, por vezes, tornou-se confuso, ou seja, era difícil perceber o que se pretendia nalgumas actividades experimentais”; “Melhor clarificação dos trabalhos práticos – porque os realizamos e o que devemos fazer”	2	50	4	24
	Relevância das tarefas	“As aulas laboratoriais, em relação aos processos de conservação da comida, a conservação nos alimentos estudados era de conhecimento geral”	1	25		
	Gestão da tarefa	“Mais tempo para a realização das experiências”	1	25		
Trabalhos de grupo	Quantidade	“Tivemos muitos trabalhos de grupo”; “Menos trabalhos de grupo”	2	40	5	28
	Gestão dos trabalhos	“O tempo de intervalo entre os relatórios”; “Mais tempo para a entrega das tarefas”	3	60		
Outros	Metodologia	“Visualização de mais vídeos”; “Outro tipo de experiências e não tão concentradas no último período (nós estamos a fazer um relatório por semana)”	3	75	4	24
	Acompanhamento conteúdos	“Teoria associada à prática para uma melhor compreensão”	1	25		
Rapazes						
Categoria	Sub-categoria	Indicador utilizado	Frequência ^a		Frequência ^b	
			n	%	n	%
Aulas teóricas	Clarificação de conceitos	“Prescindir de uma das experiências, substituindo-a por uma aula teórica, por forma a aprofundar os conhecimentos teóricos”; “As aulas teóricas”	3	100	3	43
Outros	Nada	“Nada”	1	25	4	57
	Metodologia	“Pessoalmente acho que apenas recorrer a <i>powerpoints</i> , não escrevendo nada no quadro é estranho. Apesar de estes serem postados no <i>moodle</i> , penso que seria uma boa ideia resumir apontamentos no quadro”.	1	25		
	Acompanhamento conteúdos	“Com as aulas laboratoriais, às vezes, torna-se difícil acompanhar a matéria teórica”; “Envolver melhor a prática com a teórica”	2	50		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias diferentes.

Quadro 32. Considerações sobre o que poderia ser melhorado (total da turma).

Totais					
Questão 7					
Se a mesma estratégia de aulas fosse aplicada aos alunos do ano seguinte, o que poderia ser melhorado?					
Categoria	Sub-categoria	Frequência ^a		Frequência ^b	
		n*	%	n*	%
Aulas teóricas	Resolução de exercícios	2	29	7	29
	Clarificação de conceitos	5	71		
Aulas laboratoriais	Clarificação das tarefas	2	50	4	17
	Relevância das tarefas	1	25		
	Gestão da tarefa	1	25		
Trabalhos de grupo	Quantidade	2	40	5	21
	Gestão dos trabalhos	3	60		
Outros	Metodologia	4	50	8	33
	Acompanhamento conteúdos	3	38		
	Nada	1	12		

^a Frequência referente às sub-categorias; ^b Frequência referente às categorias.

* Frequência calculada com base no número de respostas dentro de cada categoria/subcategoria; uma vez que o mesmo aluno deu respostas que se enquadram em categorias/subcategorias

1.5. Dados referentes ao questionário E

O questionário E foi aplicado com o objectivo de conhecer a avaliação que os alunos fizeram do trabalho desenvolvido individualmente e pelo seu grupo, ao longo das aulas realizadas no período de 25 de Março a 9 Maio. Este questionário foi preenchido por todos os alunos da turma.

Em relação às aulas laboratoriais, e às tarefas nelas realizadas, a maioria dos alunos classificou como bom o seu desempenho na realização da tarefa 2 (figura 62); aquela em que a maioria dos alunos considerou ter um desempenho muito bom, foi a tarefa 3, seguida da tarefa 4 (figuras 63 e 64, respectivamente). Em todas as tarefas se registou alunos que se classificaram o seu desempenho como suficiente.

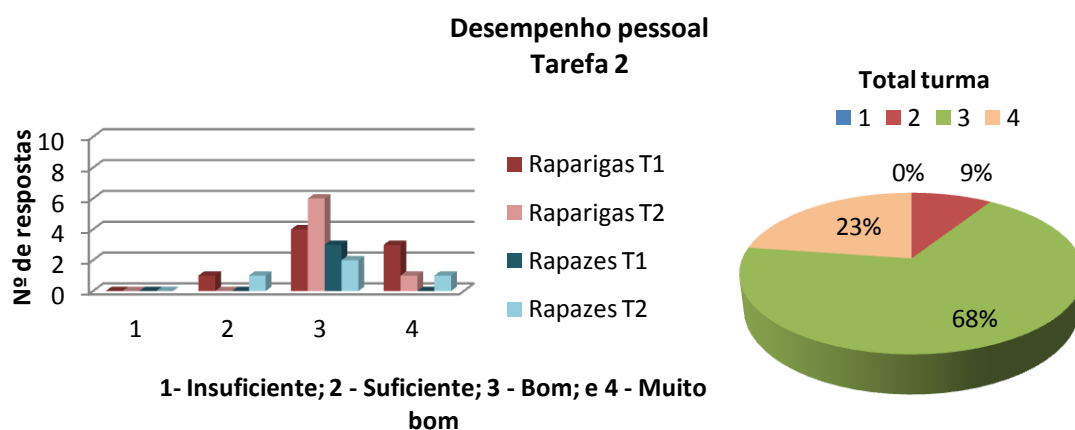


Figura 62. Apreciação global qualitativa do desempenho pessoal na realização da tarefa 2. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

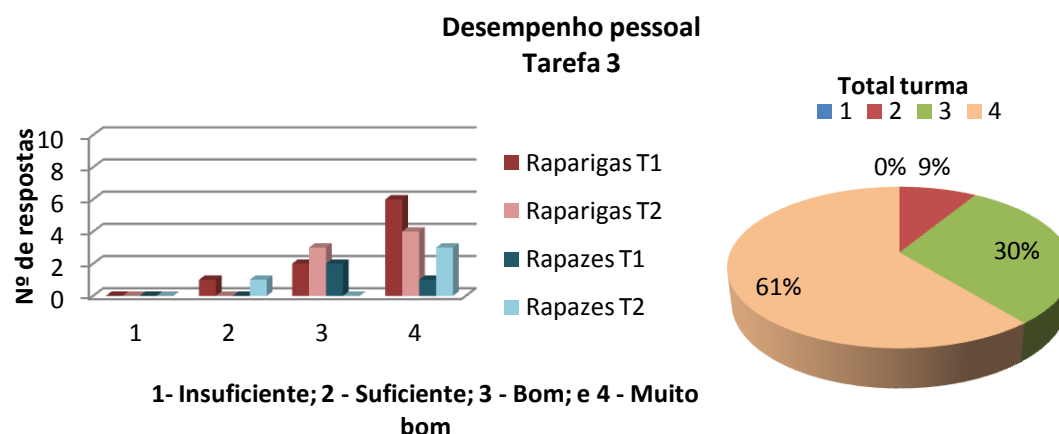


Figura 63. Apreciação global qualitativa do desempenho pessoal na realização da tarefa 3. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

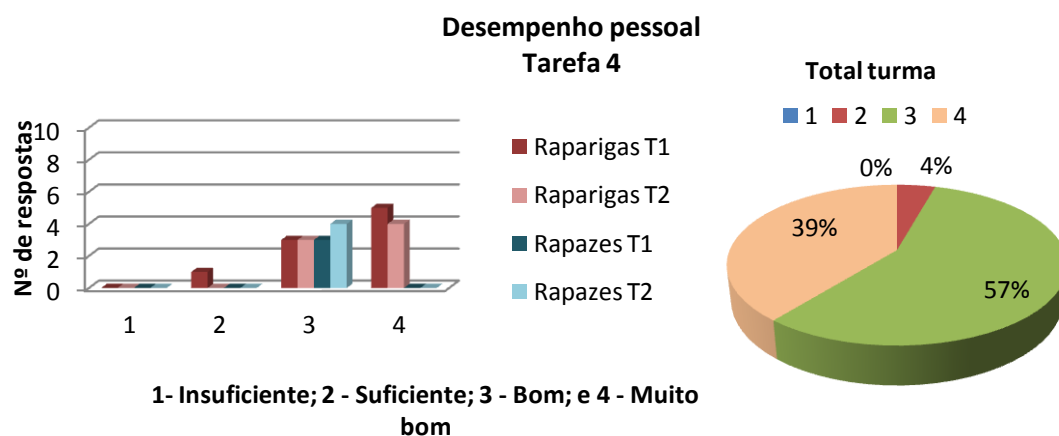


Figura 64. Apreciação global qualitativa do desempenho pessoal na realização da tarefa 4. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Quanto ao seu desempenho do grupo nas aulas laboratoriais, e respectivas tarefas realizadas, os resultados são apresentados nas figuras 65, 66 e 67. A maioria dos alunos considerou que a tarefa 3 foi aquela onde o seu grupo teve melhor desempenho (figura 66). No entanto, esta tarefa foi aquela que registou maior percentagem de desempenho suficiente do grupo. Na tarefa 2, a maioria dos alunos classificou o desempenho do seu grupo como bom (figura 65), e na tarefa 4 metade da turma classificou o desempenho do grupo como bom e a outra metade como muito bom (havendo uma aluna que considerou suficiente o trabalho do seu grupo) (figura 66).

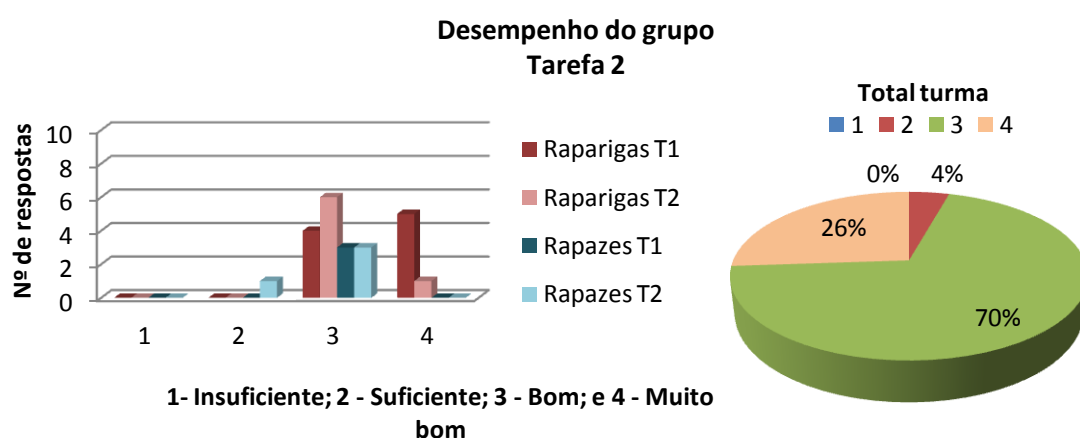


Figura 65. Apreciação global qualitativa do desempenho do grupo na realização da tarefa 2. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

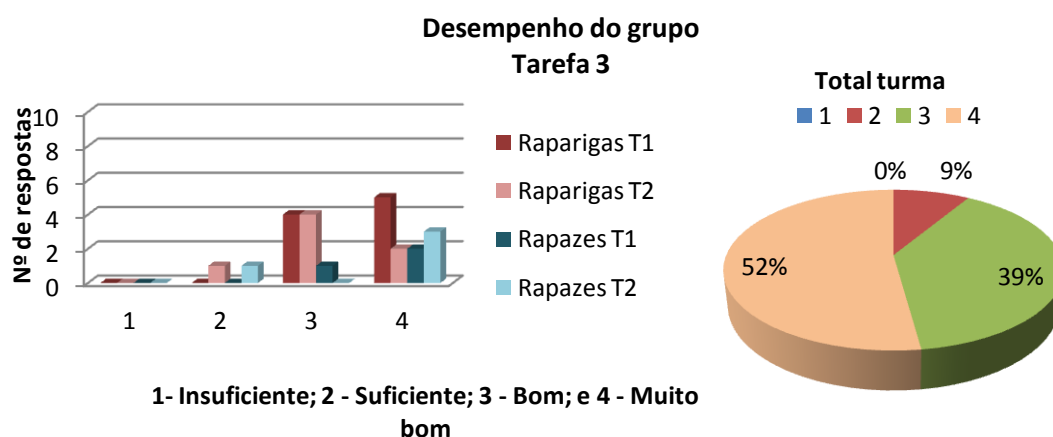


Figura 66. Apreciação global qualitativa do desempenho do grupo na realização da tarefa 3. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

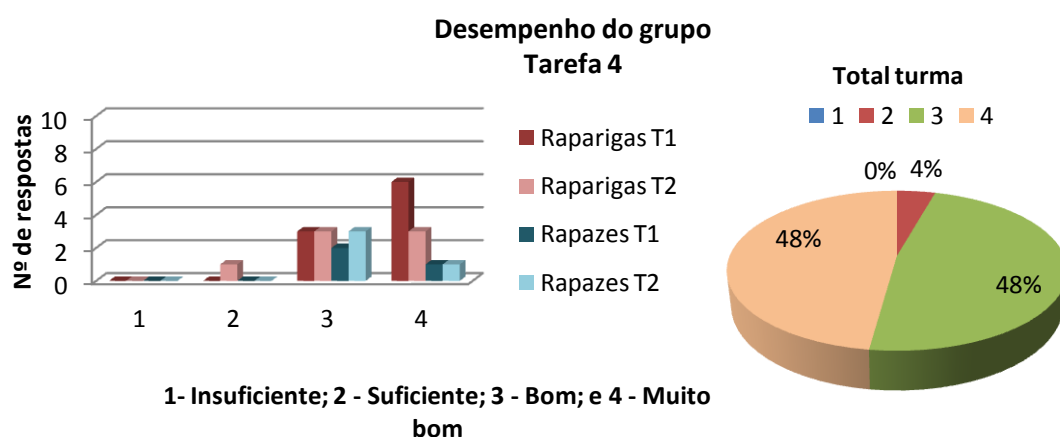


Figura 67. Apreciação global qualitativa do desempenho do grupo na realização da tarefa 4. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Ainda relativamente à avaliação de desempenho do grupo, nas tarefas realizadas nas aulas práticas, a maioria dos alunos atribuiu ao seu grupo uma classificação de 18 valores. Todos os rapazes do turno 2 atribuíram ao seu grupo uma classificação de 18 valores, enquanto os rapazes do turno 1 atribuíram classificações de 16, 17 e 18 valores. A maioria das raparigas atribuiu ao seu grupo uma classificação de 18 valores, tendo uma rapariga do turno 2 atribuído uma classificação negativa, 9 valores (figura 68).

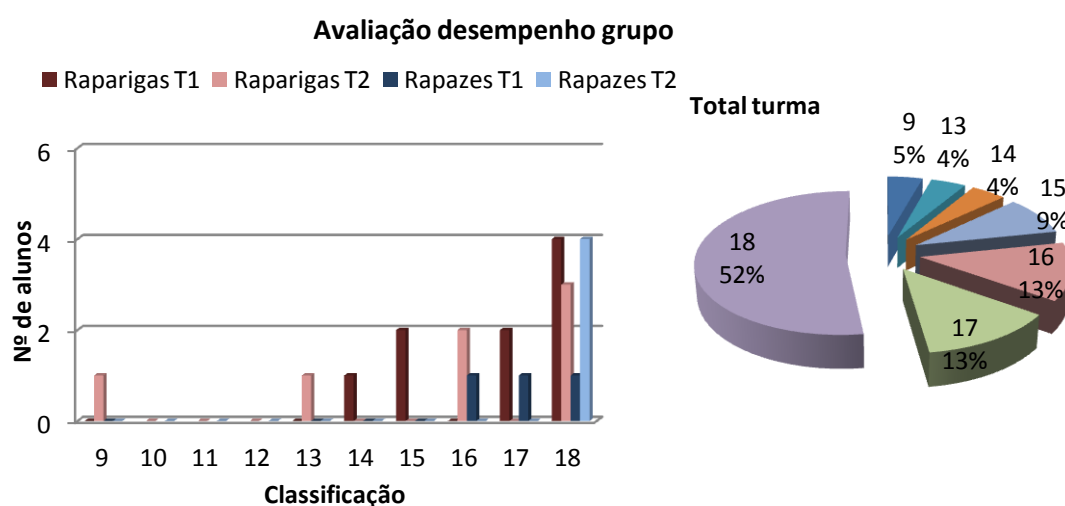


Figura 68. Apreciação global quantitativa do desempenho do grupo na realização das tarefas 2, 3 e 4. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

Em relação às aulas teóricas e respectivas tarefas/actividades que nelas decorreram, a maioria dos alunos classificou o seu desempenho individual em todas

elas como sendo bom (dados em apêndice AH). Globalmente, grande parte dos alunos da turma avaliou o seu desempenho no período de aulas em estudo com uma classificação de 16 valores (figura 69). Apenas um rapaz se avaliou com uma classificação negativa, tendo os restantes atribuído ao seu trabalho uma classificação entre os 15 e os 17 valores. Nas raparigas do turno 2 as classificações variaram, genericamente entre os 15 e os 16 valores, havendo, no entanto, uma rapariga que atribuiu ao seu desempenho uma classificação de 19 valores. No turno 1, as classificações atribuídas pelas raparigas variaram entre os 12 e os 18 valores.

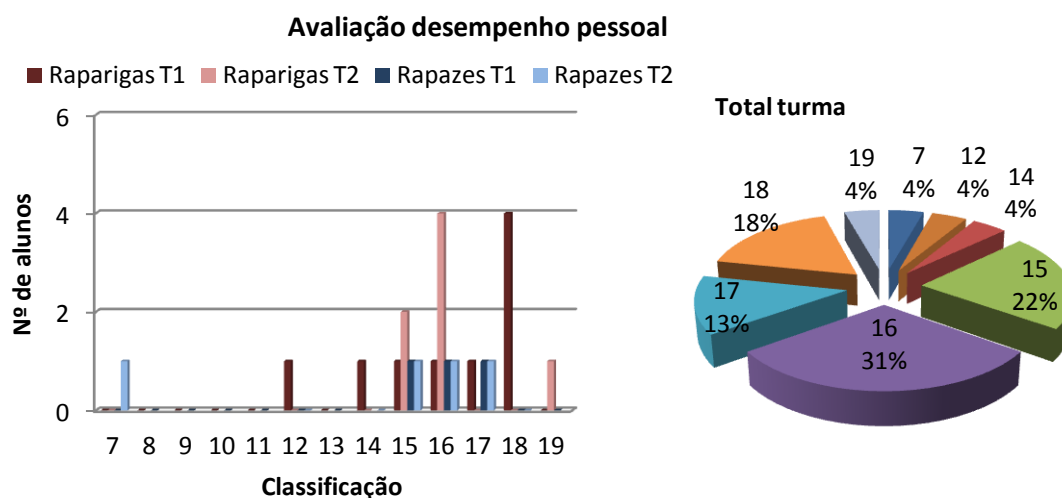


Figura 69. Apreciação global quantitativa do desempenho pessoal no período de aulas em estudo. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

1.6. Dados referentes à documentação produzida pelos alunos

No decorrer deste período de aulas, os alunos produziram, em grupos de 3 e 4 elementos, diversos documentos que foram alvo de avaliação. Na tarefa 2, os alunos elaboraram um relatório com estrutura em V de Gowin. Os grupos entregaram uma primeira versão, preliminar, à qual a foi dada feedback por escrito a cada grupo. A avaliação da versão final, de acordo com os critérios descritos no apêndice AC, apresenta-se no quadro 33. Todos os grupos obtiveram nota positiva neste trabalho.

Quadro 33. Classificação dos relatórios V de Gowin realizados no âmbito da tarefa 2.

Relatório V Gowin		Turno 1					
		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Critérios	%	nível	classificação ^a	nível	classificação ^a	nível	classificação ^a
Estrutura e aspecto visual	5	4	5	4	5	4	5
Questão central	10	3	7,5	4	10	4	10
Ortografia	10	4	10	4	9,17	4	10
Linguagem científica		4		3		4	
Clareza		4		4		4	
Enquadramento teórico	15	4	15	3	11,25	3	11,25
Material e procedimento	10	3	7,5	1	2,5	3	7,5
Resultados	15	2	7,5	2	7,5	3	11,25
Discussão	15	2	7,5	2	7,5	3	11,25
Conclusão	20	4	20	2	10	4	20
Totais	100		80		62,92		86,25
Classificação final ^b		16		12,584		17,25	
Relatório V Gowin		Turno 2					
		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Critérios	%	nível	classificação ^a	nível	classificação ^a	nível	classificação ^a
Estrutura e aspecto visual	5	3	3,75	4	5	2	2,5
Questão central	10	3	7,5	3	7,5	4	10
Ortografia	10	4	9,17	3	8,33	4	10
Linguagem científica		4		4		4	
Clareza		3		3		4	
Enquadramento teórico	15	3	11,25	3	11,25	4	15
Material e procedimento	10	3	7,5	3	7,5	4	10
Resultados	15	4	15	4	15	2	7,5
Discussão	15	1	3,75	3	11,25	3	11,25
Conclusão	20	0	0	1	5	4	20
Totais	100		57,92		70,83		86,25
Classificação final ^b		11,58		14,17		17,25	

^a classificação em percentagem; ^b classificação em escala de 0 a 20 valores.

Na tarefa 3, os grupos realizaram uma apresentação do seu trabalho à turma e entregaram um texto. Tanto a apresentação como o texto foram avaliados, de acordo com os critérios descritos nos apêndices AE e AD, respectivamente. Os resultados relativos à apresentação encontram-se no quadro 34 e os relativos ao texto no quadro 35. Todos os grupos obtiveram nota positiva e acima de 17 valores nas apresentações. No entanto, nos textos dois grupos não obtiveram aproveitamento

positivo e a melhor classificação não passou dos 15,6 valores. Para avaliação global desta tarefa, atribuiu-se uma ponderação de 75% para a classificação da apresentação e 25% para a classificação do texto.

Quadro 34. Classificação das apresentações à turma realizadas no âmbito da tarefa 3.

Apresentação	Turno 1			Turno 2		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
CrITÉrios	nÍvel	nÍvel	nÍvel	nÍvel	nÍvel	nÍvel
Correcção científica	3	3	3	3	3	3
Justificação argumentação	4	4	4	3	4	4
Correcção do discurso	4	4	4	4	4	4
Articulação entre os membros do grupo	3	4	4	4	4	4
Clareza e objectividade	4	4	4	4	4	4
Apresentação da informação	3	4	3	3	3	4
Capacidade de suscitar interesse	4	4	4	4	4	4
Criatividade	2	3	2	2	3	4
Gestão do tempo	4	4	4	4	4	3
Utilização da voz	4	4	4	4	4	4
Totais	35	38	36	35	37	38
Classificação final^a	17,5	19	18	17,5	18,5	19

^a classificação em escala de 0 a 20 valores.

Quadro 35. Classificação dos textos elaborados no âmbito da tarefa 3.

Texto		Turno 1					
		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Critérios	%	nível	classificação ^a	nível	classificação ^a	nível	classificação ^a
Título do trabalho	5	3	3,75	4	5	0	0
Ortografia	10	4	8,75	4	10	4	10
Construção de frases		3		4		4	
Estrutura do texto	15	2	11,25	3	13,13	4	15
Linguagem científica		4		4		4	
Distinção entre essencial e acessório	15	3	11,25	3	11,25	3	11,25
Manifestação e aplicação de conhecimentos	55	3	41,25	1	13,75	1	13,75
Totais	100		76,25		53,13		50
Classificação final ^b		15,25		10,63		10	
Texto		Turno 2					
		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Critérios	%	nível	classificação ^a	nível	classificação ^a	nível	classificação ^a
Título do trabalho	5	4	5	3	3,75	3	3,75
Ortografia	10	4	10	3	8,75	4	8,75
Construção de frases		4		4		3	
Estrutura do texto	15	3	13,13	3	13,13	3	13,13
Linguagem científica		4		4		4	
Distinção entre essencial e acessório	15	2	7,5	2	7,5	3	11,25
Manifestação e aplicação de conhecimentos	55	0	0	1	13,75	3	41,25
Totais	100		35,63		46,88		78,13
Classificação final ^b		7,13		9,38		15,63	

^a classificação em percentagem; ^b classificação em escala de 0 a 20 valores.

Na tarefa 4, os grupos elaboraram um relatório científico que foi avaliado de acordo com os critérios presentes no apêndice AF. Os resultados da avaliação variaram entre os 12,9 e os 15,6 valores e encontram-se no quadro 36.

Quadro 36. Classificação dos relatórios científicos realizados no âmbito da tarefa 4.

Relatório científico		Turno 1					
		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
CrITÉrios	%	nÍvel	classificação ^a	nÍvel	classificação ^a	nÍvel	classificação ^a
Capa	2,5	4	2,5	3	1,875	4	2,5
Título	2,5	3	1,88	3	1,875	4	2,5
Ortografia	10	4	9,17	4	9,17	4	9,17
Linguagem científica		3		4		4	
Clareza		4		3		3	
Introdução (fundamentos)	20	2	16,67	3	8,33	1	15
Introdução (hipótese)		4		1		4	
Introdução (objectivo)		4		1		4	
Material e procedimento	10	3	7,5	2	5	4	10
Resultados	10	4	10	4	10	4	10
Discussão	20	2	10	2	10	2	10
Conclusão	20	3	15	4	20	3	15
Referências	5	3	3,75	3	3,75	3	3,75
Totais	100		76,47		70		77,92
Classificação final ^b		15,29		14		15,58	
Relatório científico		Turno 2					
		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
CrITÉrios	%	nÍvel	classificação ^a	nÍvel	classificação ^a	nÍvel	classificação ^a
Capa	2,5	3	1,88	4	2,5	4	2,5
Título	2,5	4	2,5	4	2,5	4	2,5
Ortografia	10	4	9,16	4	8,33	4	9,16
Linguagem científica		4		4		4	
Clareza		3		2		3	
Introdução (fundamentos)	20	2	15	3	11,67	3	6,67
Introdução (hipótese)		4		0		1	
Introdução (objectivo)		3		4		0	
Material e procedimento	10	4	10	1	2,5	2	5
Resultados	10	4	10	4	10	4	10
Discussão	20	1	5	2	10	2	10
Conclusão	20	4	20	3	15	3	15
Referências	5	2	2,5	4	5	3	3,75
Totais	100		76,04		67,5		64,58
Classificação final ^b		15,21		13,5		12,92	

^a classificação em percentagem; ^b classificação em escala de 0 a 20 valores.

Tendo em consideração todos os trabalhos realizados no âmbito das três tarefas acima mencionadas, as classificações finais, calculadas através de média aritmética, variaram entre 13,9 e 16,28 valores (ver quadro 37).

Quadro 37. Classificação final de cada grupo.

		Turno 1						Turno 2					
Tarefa		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
2	Relatório V Gowin	16		12,58		17,25		11,58		14,17		17,25	
3	Apresentação	17,5	16,94	19	16,91	18	16	17,5	14,91	18,5	16,22	19	18,16
	Texto	15,25		10,63		10		7,13		9,38		15,63	
4	Relatório científico	15,29		14		15,58		15,21		13,5		12,92	
Classificação final ^a		16,08		14,50		16,28		13,90		14,63		16,11	

^a classificação em escala de 0 a 20 valores.

1.7. Dados referentes às observações

A grelha de observação criada para este trabalho revelou-se demasiado complexa para aplicação durante as aulas laboratoriais, uma vez que a observadora e a professora eram a mesma figura. Deste modo, a observação decorreu livremente e no final de cada aula registaram-se os acontecimentos mais pertinentes, em notas de campo. A partir destes registos, atribui-se meio valor a todos os alunos devido ao seu bom desempenho nas aulas laboratoriais. No entanto, houve excepções: a aluna Benedita e o aluno Matias, a quem se atribuiu menos um valor, uma vez que, em diversos momentos das aulas laboratoriais, estiveram completamente alienados e desinteressados do trabalho do seu grupo e com uma postura menos correcta dentro do laboratório (a aluna chegou a estar a ler um livro e o aluno passava muito tempo na brincadeira e a incomodar o bom funcionamento das aulas, apesar de chamados à atenção, por diversas vezes); e o aluno Nuno, a quem se atribuiu menos meio valor, pois, em certos momentos, manifestou-se pouco interessado no trabalho que o grupo executava. Assim, as classificações finais dos alunos variaram entre os 13 e os 17 valores (ver quadro 38). No total, 10 alunos obtiveram uma classificação final de 17 valores e 9 alunos de 15 valores, o que corresponde, respectivamente, a 44 e 39 % das classificações totais (figura 70). No turno 1 houve uma uniformidade de notas, classificações de 15 ou 17 valores, comparativamente com o turno 2, classificações de 13 a 17 valores. Metade dos alunos com classificação final de 17 valores é do sexo feminino e do primeiro turno.

Na maioria dos casos, a avaliação realizada pelos alunos ao seu trabalho individual não corresponde à sua classificação final. No entanto, a média aritmética das classificações da auto-avaliação e das classificações finais são iguais. Em relação à avaliação do trabalho do grupo, a maior parte dos alunos atribuiu uma classificação bastante superior à que realmente se verificou.

Quadro 38. Classificação final de cada aluno.

			Classificação trabalhos grupo	Classificação individual observação	Auto-avaliação	Avaliação do grupo	Classificação final ^a
Turno 1	Grupo 1	Clara	16,08	0,5	18	17	17
		Filipe	16,08	0,5	17	18	17
		Benedita	16,08	-1	12	15	15
		Zélia	16,08	0,5	17	18	17
	Grupo 2	Eduardo	14,5	0,5	15	17	15
		Isabel	14,5	0,5	18	18	15
		Diana	14,5	0,5	18	18	15
		Gabriela	14,5	0,5	18	18	15
	Grupo 3	Alice	16,28	0,5	15	15	17
		Luiz	16,28	0,5	16	16	17
		Helena	16,28	0,5	16	17	17
		Judite	16,28	0,5	14	14	17
Turno 2	Grupo 1	Quitéria	13,9	0,5	15	13	14
		Regina	13,9	0,5	15	9	14
		Matias	13,9	-1	7	18	13
	Grupo 2	Odete	14,63	0,5	16	16	15
		Paloma	14,63	0,5	16	16	15
		Vera	14,63	0,5	19	18	15
		Xavier	14,63	0,5	15	18	15
	Grupo 3	Nuno	16,11	-0,5	16	18	16
		Susana	16,11	0,5	16	18	17
		Telma	16,11	0,5	16	18	17
		Ulisses	16,11	0,5	17	18	17
	Média			15,25	-	15,74	16,57

^a classificação final arredondada às unidades.

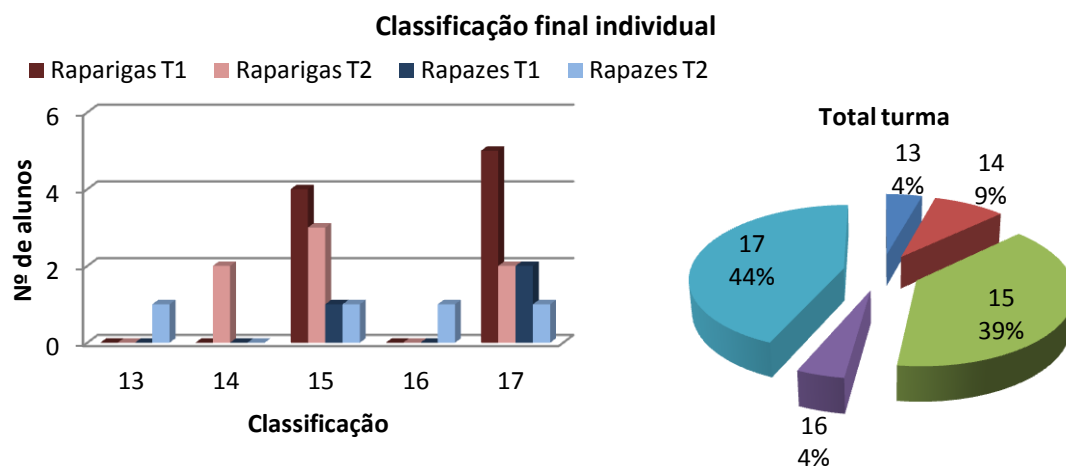


Figura 70. Avaliação final quantitativa, de cada aluno, no período de aulas em estudo. No gráfico de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); no gráfico circular são apresentados os resultados por total da turma.

2. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

O principal objectivo deste trabalho foi conhecer quais os contributos das actividades práticas na aprendizagem da temática “Microorganismos e Indústria Alimentar” com alunos do 12º ano. De acordo com o que foi mencionado no ponto 2 do Capítulo I deste documento, os dados recolhidos durante o processo interventivo permitirão responder a uma série de questões orientadoras, cuja grande finalidade é cumprir o objectivo do trabalho. Assim, em seguida, responder-se-á a cada uma das questões levantadas no referido ponto.

2.1. Que competências desenvolvem os alunos quando realizam actividades práticas no âmbito da temática microrganismos e indústria alimentar?

Para o período de aulas leccionado, tanto nas planificações como nas tarefas, descreveram-se diversas competências a desenvolver pelos alunos, a saber: conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), raciocínio, comunicação e atitudes.

➤ Conhecimento

O desenvolvimento de conhecimento substantivo foi algo que esteve bem patente em todas as aulas e em todas as tarefas realizadas. Durante a discussão das actividades de papel e lápis do manual realizadas nas primeiras duas aulas foi

possível verificar a apropriação, por parte dos alunos, de diversos conteúdos científicos. Também durante a discussão das tarefas 5 e 6, foi possível verificar a apropriação de conteúdos relacionados com a imobilização enzimática e a conservação de alimentos, respectivamente.

A realização de diversos trabalhos de grupo, após a concretização das actividades laboratoriais, pretendia, entre outros, avaliar o desenvolvimento de competências de conhecimento substantivo. O facto de todos os grupos apresentarem aproveitamento nesses trabalhos, revela que tal competência foi desenvolvida. O texto referente à tarefa 3 foi aquele em que o desenvolvimento desta competência esteve menos evidente; alguns grupos no critério “manifestação e aplicação de conhecimentos” não tiveram aproveitamento. Tal poder-se-á dever a uma falta de compreensão do objectivo do trabalho ou de um baixo grau de apropriação de conhecimento científico sobre o assunto em estudo.

De acordo com os resultados do questionário D, a maioria dos alunos referenciou como aprendizagem mais significativa construída no decorrer deste período de aulas conteúdos referentes aos temas em estudo. Desde modo, se poderá depreender que foram desenvolvidas competências de conhecimento substantivo.

O desenvolvimento de conhecimento processual foi, sem dúvida, um dos pontos fortes deste período de aprendizagem. Nas aulas laboratoriais, a maioria dos alunos manifestou manipular correctamente o material de laboratório, planificar e executar correctamente um protocolo experimental, e registar com sucesso os resultados das experiências. Através da análise dos resultados dos relatórios, é possível verificar o desenvolvimento deste tipo de conhecimento.

A pesquisa efectuada para a fundamentação teórica, quer do V de Gowin, quer do relatório científico, foi positiva para a maioria dos grupos. No relatório V de Gowin os resultados desta fundamentação são melhores do que os do relatório científico, possivelmente devido ao feedback dado pela professora e à oportunidade de entregar uma segunda versão do trabalho. Muitos grupos manifestaram alguma facilidade em levantar hipóteses, contudo nem todos superaram totalmente as dificuldades neste campo. Em relação ao modo de apresentação dos resultados

(gráficos e/ou tabelas) e à sua discussão, a maioria dos grupos manifestou maior facilidade no primeiro ponto que no segundo. No entanto, no primeiro relatório V de Gowin entregue, o modo de apresentação dos resultados estava bastante fraco. Após o feedback dado pela professora, houve uma evolução notória neste aspecto, que se revelou tanto na versão final do V de Gowin, como no relatório científico. Relativamente à interpretação e avaliação dos resultados experimentais, apesar das indicações dadas pela professora e de alguns grupos terem sido bem-sucedidos, constituem pontos-chave em que muitos alunos necessitam evoluir.

Nos questionários aplicados após a realização das tarefas laboratoriais, alguns alunos referiram aspectos relacionados com competências processuais como a aprendizagem mais significativa que construíram. Tal é bem evidente no questionário A, aplicado após a realização da primeira tarefa laboratorial (tarefa 2) e no questionário final (questionário D). Desses aspectos destacam-se o aprender a trabalhar em laboratórios, a escrever relatórios, a elaborar protocolos experimentais e actividades laboratoriais. Uma vez que para muitos alunos, a concretização destas tarefas representou a primeira experiência de trabalho laboratorial, é natural que muitos tenham desenvolvido esta competência e a tenham sentido como aprendizagem mais significativa.

Em relação ao conhecimento epistemológico, as tarefas 3 e 4 foram aquelas que possibilitaram um maior desenvolvimento desta competência, nomeadamente aspectos relacionados com a natureza/construção da ciência. Estes foram também destacados nas aulas, pela professora, após as apresentações dos trabalhos realizados pelos alunos no âmbito das referidas tarefas. Nos questionários aplicados, apenas três respostas mencionaram esta competência como aprendizagem mais significativa [“Todo o processo de investigação científica com a realização das actividades experimentais, com a realização dos relatórios e com as apresentações (questionário D); “Perceber que na prática as coisas podem ser diferentes da teórica” e “Na prática as experiências nem sempre resultam como aparentam na teoria” (questionário C)]. Durante as apresentações, alguns alunos, demonstraram um certo desenvolvimento desta competência, afirmando por exemplo que tiveram que realizar diversas medições de água e farinha até conseguirem obter uma massa homogénea, e que o

processo investigativo não é algo linear. Contudo, a maioria dos alunos parece não ter conseguido um elevado desenvolvimento de conhecimento epistemológico. Tal pode ficar a dever-se ao facto de muitos alunos não estarem habituados a realizar trabalhos laboratoriais, relatórios e, consequentemente a pensar sobre questões relacionados com a construção de desenvolvimento de conhecimento científico.

➤ Raciocínio

Todas as tarefas propostas requeriam o desenvolvimento desta competência na sua concretização, o que foi conseguido, de uma maneira geral, por todos os alunos. Na realização das tarefas 3 e 4, todos os grupos conseguiram formular um problema e uma hipótese, e um protocolo experimental, aspectos importantes neste tipo de competência. No entanto, relativamente à interpretação dos dados obtidos nos trabalhos experimentais, muitos grupos tiveram uma prestação mediana. Alguns relatórios apresentaram diversas falhas na discussão dos resultados experimentais, e outros apenas se limitaram a descrever os resultados (não havendo nenhuma discussão). Mesmo no relatório V Gowin, ao qual foi dado feedback explicando o que deveria constar na discussão, nenhum dos grupos obteve a classificação máxima nesse ponto. A discussão das limitações das experiências realizadas foi outro dos pontos fracos dos relatórios. Contudo, na apresentação dos trabalhos realizados no âmbito da tarefa 3, foi possível observar melhorias significativas destes aspectos: a maior parte dos grupos conseguiu interpretar correctamente os resultados e apontar algumas das limitações do seu trabalho, revelando, assim, um maior grau de pensamento crítico. Para além disso todos os grupos obtiveram uma boa classificação no critério “justificação da argumentação”. Ou seja, para além de revelarem apropriação de conteúdos relacionados com o trabalho, os alunos demonstraram desenvolvimento de raciocínio.

Na concretização da tarefa 6 e da tarefa 1 também foi evidente o desenvolvimento desta competência. Na tarefa 6, todos os grupos conseguiram analisar e interpretar os rótulos dos alimentos, e determinar, com sucesso, qual o processo de conservação/melhoramento/processamento associado. Na tarefa 1, apesar das dificuldades iniciais na formulação de questões sobre o tema em estudo, todos os alunos conseguiram colocar pelo menos uma questão (apêndice M), algumas das quais reveladoras de uma boa capacidade de raciocínio (“De que forma

a malnutrição afecta os custos sociais e os custos económicos?”; “Como estabelecer o equilíbrio entre os problemas de subnutrição e obesidade?”).

➤ Comunicação

Esta competência, presente em todas as tarefas propostas, pode ser dividida em comunicação escrita e comunicação oral. O primeiro caso foi avaliado, principalmente, pelos relatórios e textos elaborados pelos alunos. Nos relatórios, a maioria dos grupos obteve bastante sucesso nas componentes de uso de linguagem científica, assim como de clareza e objectividade da escrita, e, globalmente, poucos erros ortográficos foram encontrados. Tais resultados revelam um bom domínio da comunicação escrita dos alunos, que também se verificou no texto e nos suportes informáticos da apresentação elaborados no âmbito da tarefa 3. No texto, as principais fragilidades de comunicação escrita encontram-se na sua estrutura, mas mesmo assim com desempenhos positivos para todos os grupos. Relativamente à comunicação oral, grande parte dos alunos demonstrou à vontade para debater, argumentar e defender as suas ideias no decorrer quer dos trabalhos de grupo, quer dos trabalhos realizados a pares, assim como das discussões alargadas à turma. Para além disso, todos os grupos obtiveram excelentes desempenhos na apresentação dos trabalhos sobre conservação de alimentos, o que é indicativo de uma muito boa capacidade comunicativa oral. Na apresentação informal dos resultados da tarefa 4, os grupos revelaram, também, uma boa capacidade de comunicação oral.

Deste modo, todos os alunos revelaram um bom desenvolvimento de competências no domínio da comunicação, sendo o seu ponto forte a comunicação oral. No que diz respeito à comunicação escrita, embora esta seja boa, a construção de frases representa o ponto-chave a melhorar. A utilização de linguagem científica, quer oral, quer escrita, é bastante boa.

➤ Atitudes

Neste período de aulas, pretendia-se que os alunos desenvolvessem diversas atitudes inerentes ao trabalho em ciência, nomeadamente a curiosidade, perseverança, seriedade, assim como o respeito pelos colegas e suas ideias, e cooperação. Em todas as aulas, os alunos manifestaram respeito pelas ideias dos colegas e, durante as actividades laboratoriais, a grande maioria cooperou com o seu grupo de modo a realizar as actividades com sucesso (houve apenas duas excepções

pontuais). No decorrer destas actividades foi, ainda, possível comprovar a perseverança e a seriedade dos alunos, pois tanto na tarefa 3 como na 4, os alunos deslocaram-se diariamente, durante uma semana, ao laboratório para efectuar o registo de observações. O facto de os alunos decidirem revezar-se para procederem a esses registos, demonstrou, também, a existência de cooperação dentro dos grupos. Há ainda a destacar o facto de alguns alunos terem mencionado que, no início da tarefa 4, tiveram que efectuar várias tentativas de medições/pesagens até chegarem a um protocolo adequado; o que revela espírito crítico e flexibilidade para aceitar o erro. Em todas as aulas laboratoriais, os alunos demonstraram ter um comportamento responsável, não colocando em risco a sua segurança, nem a dos colegas.

Para além do que foi descrito, todos os grupos de trabalho conseguiram realizar, por si, as diferentes actividades práticas propostas e dentro do tempo estipulado para tal. Acrescenta-se, ainda, que as datas de entrega dos trabalhos foram cumpridas por todos. Estes comportamentos revelam alunos autónomos e com capacidade de gerir o seu tempo. No entanto, um número reduzido de alunos apresentou algumas dificuldades relacionadas com estes aspectos na concretização das tarefas 2 e 4, respectivamente citando “Fazer duas actividades num espaço de tempo limitado” e “Saber o que fazer nos dias seguintes à experiência”. No final, o facto de todas as tarefas terem sido concluídas com sucesso, revela que os alunos se empenharam na sua concretização.

2.2. Que dificuldades apresentam os alunos quando realizam actividades práticas no âmbito da temática microrganismos e indústria alimentar?

As actividades práticas laboratoriais realizadas apresentam diferentes graus de abertura, respectivamente da mais fechada para a mais aberta: tarefa 2, tarefa 4 e tarefa 3. De acordo com o seu grau de abertura seria de esperar que a mais difícil de concretizar fosse a 3, seguida da 4 e por fim da 2. No entanto, tendo em conta os resultados dos questionários aplicados, a tarefa que os alunos consideraram mais difícil foi a 3, seguida da tarefa 2 (mais fechada) e da tarefa 4 (grau de abertura intermédio). Apesar de na tarefa 2, os alunos apenas terem que executar o protocolo, registar os resultados e formular conclusões, esta tarefa foi considerada mais difícil que a 4, onde era necessário formular hipóteses, delinear e executar um protocolo,

para além de registar os resultados e formular conclusões. Tal poder-se-á relacionar com o facto de a tarefa 2 ter sido a primeira a realizar-se e muitos dos alunos não estarem familiarizados com o trabalho experimental.

Na tarefa 2 (mais fechada), as principais dificuldades apontadas pelos alunos estão relacionadas com aspectos procedimentais, nomeadamente a filtração da solução de catalase, enquanto nas tarefas 3 e 4 (aberta e semi-aberta) estão relacionadas com aspectos intelectuais, respectivamente análise dos resultados e elaboração de um protocolo. Estes resultados estão de acordo com o nível de envolvimento exigido em cada uma das tarefas. Ou seja, quando mais aberta uma tarefa é, maior é o seu nível de exigência, logo serão de esperar mais dificuldades intelectuais que procedimentais. Genericamente, as principais dificuldades na realização das actividades práticas laboratoriais foram a manipulação do material/reagentes; análise dos resultados e elaboração de um protocolo experimental.

➤ Manipulação do material/reagentes

Esta dificuldade foi apresentada tanto para a tarefa 2, como para a tarefa 4. Na primeira esteve relacionada com a maceração do fígado e sua posterior filtração, e na segunda, com a mistura da água com a farinha. Em ambos os casos, os aspectos apontados são inerentes aos processos experimentais, neste caso pouco complexos, mas algo morosos e, provavelmente por isso, considerados mais difíceis pelos alunos. No entanto, para alguns alunos a manipulação do material/reagentes foi o mais fácil das tarefas realizadas, nomeadamente no que diz respeito à marcação de tubos, distribuição das soluções, misturar o leite com o iogurte, misturar/amassar a farinha com a água e salgar os alimentos. Destes resultados é importante reter que para uma mesma tarefa, alunos diferentes vão sentir dificuldades diferentes e que, o que para uns é mais simples, para outros poderá ser mais complexo. Ao planificar e pôr em prática uma actividade laboratorial, um professor deve estar ciente da heterogeneidade que uma turma apresenta e estar atento às dificuldades inerentes a cada grupo de alunos.

➤ Análise dos resultados

Esta dificuldade foi apontada tanto na tarefa 2, como na tarefa 3, mas não para a tarefa 4. No entanto, olhando para os resultados obtidos no relatório científico, verifica-se que a discussão apresentada nos mesmos é bastante incompleta. Ou seja, apesar de os alunos não terem considerado difícil a análise dos resultados da tarefa 4, este não deixou de ser, na prática, um ponto problemático.

As actividades práticas laboratoriais mostram *o que acontece*, mas não o *por que acontece* (Leite, 2006) e como tal, estas devem permitir que os alunos tomem decisões e utilizem conhecimentos. Tal verifica-se, principalmente, em actividades com maior grau de abertura, o que justifica as dificuldades sentidas na concretização da tarefa 2. Nesta, os grupos limitaram-se a seguir um protocolo e, a partir dos resultados observados, chegar a conclusões. Nas tarefas 3 e 4, os grupos tiveram que elaborar o protocolo, o que, teoricamente, favorece o seu envolvimento cognitivo e torna a interpretação dos resultados mais fácil. Em qualquer das tarefas realizadas, para interpretar correctamente os resultados e compreender o *por que aconteceu*, era necessário efectuar alguma pesquisa bibliográfica e compreender algumas das limitações do trabalho realizado. Por exemplo, no caso do relatório V de Gowin, foi sugerido aos alunos que pesquisassem o pH óptimo de funcionamento da enzima catalase de origem bovina. No entanto, muitos grupos não o fizeram e alguns referiram no relatório a utilização de catalase humana. Destes resultados, poder-se-á aferir que a maioria dos alunos apresenta dificuldades em realizar pesquisas e/ou tem pouco sentido crítico.

➤ Elaboração de um protocolo experimental

A maior parte dos alunos desta turma não se encontrava familiarizada com o trabalho laboratorial, muitos referiram que não tinham realizado nenhuma experiência no seu percurso escolar, e, possivelmente, aqueles que realizaram poderão ter-se limitado a seguir um protocolo que lhes foi fornecido. Como tal, era de esperar que os alunos apresentassem esta dificuldade.

Idealizar o procedimento e encontrar a dosagem certa foram algumas das dificuldades apontadas pelos alunos na concretização da tarefa 4. Na tarefa 3, a escolha do alimento e da técnica de conservação, ambos intimamente relacionados

com a elaboração do protocolo, foram aspectos apontados como os mais difíceis de concretizar. O facto de os alunos sentirem estas dificuldades revela que estão pouco à vontade para tomar decisões, no que toca a idealizar e concretizar experiências. Possivelmente, se forem confrontados mais vezes com este tipo de actividade, passarão a realizá-las com maior agilidade. No entanto, apesar das dificuldades sentidas, após algumas intervenções da professora, todos os grupos conseguiram elaborar um protocolo. Contudo, nem todos os grupos se aperceberam da necessidade da existência de um controlo, o que, uma vez mais, demonstra a pouca familiaridade que têm com este tipo de actividade.

2.3. Que apreciações fazem os alunos das actividades práticas desenvolvidas?

De acordo com os questionários aplicados logo após a realização das actividades práticas laboratoriais, aquela que os alunos mais gostaram foi a tarefa 4, seguida das tarefas 2 e 3, que tiveram resultados semelhantes. Contudo, uma aluna manifestou não ter gostado nada da tarefa 3. O questionário aplicado no final do período de aulas em questão confirmou estes resultados, embora a percentagem de “gostei muito” tenha aumentando para todas as tarefas laboratoriais. Em relação à apreciação global, esta foi semelhante para as tarefas 2 e 3, embora na última uma aluna a tenha classificado como fraca. A tarefa 4 foi a que teve melhor apreciação por parte dos alunos. O facto de na tarefa 4 se realizarem fermentações que estão presentes no dia-a-dia dos alunos, poderá estar na base das suas preferências. Na tarefa 3, embora tenham sido utilizados alimentos do quotidiano, as técnicas de conservação pretendiam simular o século XVI, o que para alguns alunos pode ter sido desmotivante. Esta tarefa pretendia, também, simular um qualquer percurso investigativo, mas para alguns alunos isso pode não ter sido evidente e daí não terem gostado.

Em todas as tarefas laboratoriais, os aspectos procedimentais foram os preferidos de grande parte dos alunos. Destes, manipular e executar o trabalho experimental foram os mais citados, assim como a observação dos resultados. Estas actividades práticas laboratoriais permitiram aos alunos mexer e utilizar diversos materiais de laboratório, assim como manipular diversos alimentos, algo a que não fazem frequentemente e, como tal, poderá justificar as suas preferências. No entanto,

quando essa manipulação se torna repetitiva ou leva a um maior tempo de espera para que algo ocorra, os alunos parecem não gostar (“A filtração demorou muito tempo”; “Efectuar as repetidas medições”). Em relação à observação dos resultados, a maior parte das respostas neste tópico estão relacionadas com a libertação de bolhas de oxigénio na reacção da catalase (tarefa 2). Esta reacção fazia lembrar a abertura de uma bebida gaseificada e em alguns tubos, a “espuma” formada começou a sair por fora. Muitos alunos acharam divertido, no entanto poucos se devem ter apercebido do que realmente estava a acontecer... Em relação a estas actividades, há ainda a destacar o facto de alguns alunos terem referido gostar de tudo, gostar de elaborar o protocolo experimental (“Do facto de sermos nós a elaborar o procedimento...”) e de analisar os resultados. Estes dois últimos pontos tornam-se interessantes, uma vez que foram duas das principais dificuldades que os alunos manifestaram. Apesar de difícil, foi algo em que os alunos se envolveram e acabaram por gostar.

As actividades práticas realizadas nas aulas teóricas apenas foram avaliadas no questionário final. Destas, a que os alunos menos gostaram foi a resolução de exercícios de papel e lápis do manual, seguida da tarefa 6, da tarefa 5 e por último da tarefa 1. Desde o início do ano lectivo que esta turma demonstrou não gostar de resolver os exercícios propostos no manual, ou numa ficha de trabalho, o que explica as suas preferências. Relativamente às restantes tarefas, a 6 tinha uma forte componente CTS e aproximava a aprendizagem ao dia-a-dia dos alunos, contudo, apesar de a maioria ter gostado, houve 5 alunos que indicaram que não gostaram. Na tarefa 5, uma aluna referiu que não gostou nada, possivelmente por esta tarefa ser mais teórica e mais semelhante a um típico exercício de manuais escolares.

Se se excluir os exercícios de papel e lápis, e se pensar relativamente ao nível de exigência cognitiva e nível de envolvimento de cada uma das tarefas (1, 5 e 6), verifica-se que estes diminuem com o aumento das preferências dos alunos. Ou seja, possivelmente, os alunos não gostam muito de pensar e de escrever durante uma tarefa. O que também é válido para os exercícios de papel e lápis e foi observado durante as aulas. Também, em algumas das actividades laboratoriais, os alunos indicaram que não gostaram de ter que fazer um relatório ou uma apresentação.

A apreciação final sobre as aulas foi mais positiva para as laboratoriais do que para as teóricas, o que pode ficar a dever-se à realização das diferentes tarefas laboratoriais, que foram mais apreciadas pelos alunos. Para além disso, o facto de esta turma ter pouca vivência de aulas laboratoriais pode ter favorecido as suas preferências por este tipo de aula e actividades práticas. No entanto, em qualquer prática educativa é importante diversificar a tipologia de aulas e de actividades práticas a realizar.

2.4. Que aprendizagens significativas constroem os alunos quando realizam actividades práticas no âmbito da temática microrganismos e indústria alimentar?

De acordo com os questionários aplicados logo após a realização das actividades práticas laboratoriais, aquela em que os alunos mais aprenderam foi a tarefa 4, seguida das tarefas 2 e 3, que tiveram resultados semelhantes. Contudo, uma aluna manifestou não ter aprendido nada com a concretização da tarefa 3. Os resultados do questionário aplicado no final do período de aulas da intervenção confirmaram os obtidos anteriormente: a tarefa 4 foi a que os alunos referiram como aquela em que mais aprenderam, mantendo-se as tarefas 2 e 3 com apreciações semelhantes. Porém, neste último questionário, a tarefa onde alguém referiu não ter aprendido nada passou a ser a 2, em vez da 3.

Para todas as tarefas, a maioria ou um elevado número de alunos, referiu aspectos do domínio intelectual como sendo a aprendizagem mais significativa que construiu durante a realização das mesmas. Dentro deste domínio prevaleceram os conteúdos referentes aos diferentes temas em estudo, pela seguinte ordem: actividade enzimática, conservação de alimentos e fermentação microbiana. Estes assuntos foram abordados tanto em teoria como em prática, ou seja, foram alvo de exposição oral de conteúdos e de actividades laboratoriais. Os conteúdos sobre actividade enzimática foram abordados numa actividade laboratorial fechada, enquanto os restantes em actividades laboratoriais mais abertas. No entanto, a diferença de respostas entre eles não é significativamente grande para se poder afirmar que, o facto de uma actividade laboratorial ser fechada contribui para uma aprendizagem mais significativa. Na verdade, seria de esperar o oposto, dado que o grau de

envolvimento cognitivo e emocional de um aluno é superior em actividades laboratoriais mais abertas.

Neste ponto merecem, também, destaque alguns aspectos procedimentais, nomeadamente relacionados com o trabalho laboratorial, tais como: aprender a trabalhar em laboratório, a elaborar um protocolo e a escrever um relatório. À semelhança do que já foi mencionado, nas tarefas 3 e 4 os alunos tiveram oportunidade de realizar experiências com materiais do seu dia-a-dia, e é interessante verificar que, para alguns, a aprendizagem mais significativa decorrente dessas tarefas tenham sido aspectos relacionados com a relação CTS (“Como a actividade microbiana e a fermentação influencia o nosso dia-a-dia”; “Como a ciência mudou a nossa vida”).

Em relação às aulas teóricas, e às actividades nelas desenvolvidas, aquela em que os alunos afirmam ter aprendido menos foi a resolução de exercícios de papel e lápis do manual. O baixo grau de satisfação na concretização deste tipo de actividade, por muitos alunos considerada como supérflua para o nível de ensino onde se encontram, poderá justificar a atribuição deste nível de aprendizagem tão baixo. Relativamente às tarefas 1, 5 e 6 realizadas nestas aulas, a primeira foi, globalmente, aquela em que os alunos consideram que aprenderam mais. No entanto, as tarefas 5 e 6 foram as que obtiveram maior percentagem de alunos que indicaram que aprenderam muito, mas também maior percentagem de alunos que aprenderam apenas alguma coisa. Durante a realização da tarefa 1, muitos alunos confidenciaram que pensavam que o maior problema nutricional no mundo era a obesidade, ou seja, desconheciam a realidade da subnutrição. O que poderá justificar o facto de ter sido, destas tarefas, aquela em que os alunos aprenderam mais. Relativamente à tarefa 6, apesar da sua elevada percentagem de alunos que aprenderam muito, há uma percentagem considerável que aprendeu muito pouco. Uma vez que nesta tarefa se trabalhou com embalagens de alimentos e respectivos métodos de conservação, alguns alunos poderiam já estar familiarizados com o assunto e por isso indicaram que aprenderam muito pouco. Ainda relativamente às aulas teóricas, os diferentes momentos de exposição oral de conteúdos foram, para este grupo de alunos, de grande aprendizagem, possivelmente por ser uma estratégia tradicional de ensino a que os alunos estão muito habituados.

No final deste período de aulas, e tendo em consideração os resultados do questionário D, as aprendizagens mais significativas estão relacionadas com os diferentes conteúdos abordados. No entanto, o facto de um número considerável de alunos ter indicado aspectos relacionados com trabalho laboratorial é bastante relevante e demonstra que as diferentes actividades práticas laboratoriais tiveram um impacto bastante positivo nesta turma.

CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, apresenta-se a conclusão do estudo investigativo, assim como a reflexão final sobre as práticas lectivas decorrentes da intervenção. No final, fazem-se algumas considerações sobre as limitações do trabalho realizado e tecem-se propostas para estudos futuros.

1. CONCLUSÃO

O grande objectivo deste relatório foi conhecer quais os contributos das actividades práticas na aprendizagem da temática “Microorganismos e Indústria Alimentar” com alunos do 12º ano. Com esse intuito foram desenvolvidas e aplicadas diferentes actividades práticas na leccionação da referida temática, das quais três eram laboratoriais e com diferentes graus de abertura. O impacto destas actividades práticas foi avaliado através da aplicação de questionários e do desempenho dos alunos na sua concretização. Da análise dos elementos avaliativos pode concluir-se que as actividades realizadas permitiram o desenvolvimento de diversas competências, em especial de conhecimento substantivo e processual. Nomeadamente, aprendizagens referentes a conteúdos sobre actividade enzimática, fermentação microbiana e conservação de alimentos, e a trabalho laboratorial (manipulação de material/reagentes, elaboração de protocolos e relatórios). Uma vez que, no decorrer deste período de aulas, os alunos realizaram diversos trabalhos escritos e duas apresentações orais, a utilização de linguagem científica e a capacidade comunicativa foram amplamente trabalhadas e desenvolvidas. Para além disso, também o espírito crítico, o respeito, a cooperação e a responsabilidade foram desenvolvidos.

Das actividades práticas laboratoriais realizadas, aquela de que os alunos mais gostaram e consideraram que permitiu mais aprendizagem foi a de grau de abertura intermédio (tarefa 4); sendo a mais aberta (tarefa 3), a que menos gostaram e consideraram aquela em que menos aprenderam. A partir destes resultados, poder-se-á concluir que, apesar de o grau de abertura favorecer o envolvimento cognitivo dos alunos numa actividade, em alunos com pouca ou nenhuma experiência laboratorial, uma actividade aberta pode não ser efectiva em termos de aprendizagem, quando comparada com uma semi-aberta. As actividades fechadas também poderão ser úteis para aplicação com alunos com pouca ou nenhuma experiência laboratorial. No entanto, é fundamental não esquecer que quanto mais fechada uma actividade laboratorial é, mais ausente se encontra a verbalização e a discussão de ideias, assim como a reflexão e avaliação crítica do trabalho (Almeida, 2001). Em todas estas actividades laboratoriais os alunos manifestaram dificuldades, principalmente na manipulação de materiais/reagentes, na análise e discussão dos resultados e na elaboração de um protocolo. De acordo com a opinião dos alunos, a tarefa mais difícil foi a mais aberta, enquanto a mais fácil a semi-aberta. Estes factos corroboram a ideia de Borges (2002), que afirma que uma actividade aberta pode ser considerada difícil para um aluno sem conhecimento de conteúdos e sem experiência laboratorial prévia. Este mesmo autor afirma, no entanto, que alunos nessas condições conseguem formular problemas simples e planear a sua resolução em laboratório, o que é confirmado por este estudo. Todos os grupos conseguiram elaborar um protocolo, executá-lo, reunir resultados e obter conclusões, tanto na actividade aberta, como na semi-aberta.

Em relação às restantes actividades práticas realizadas, a opinião dos alunos relativamente ao grau de aprendizagem e à preferência voltou a ser coincidente. Ou seja, a actividade prática que os alunos indicaram como sendo a que mais gostaram, foi também aquela em que afirmaram mais ter aprendido; e assim sucessivamente até à que menos gostaram/aprenderam. Concretizando, a que mais gostaram foi a tarefa 1, seguida da 5 e 6 e por último os exercícios de papel e lápis. Estes resultados poderão indicar-nos que quanto maior o envolvimento emocional de um aluno numa actividade, maior o seu grau de aprendizagem.

Deste modo, poder-se-á concluir, e de acordo com Leite (2006), que para que uma aprendizagem seja efectiva, é necessário envolver os alunos activamente, quer

cognitiva, quer fisicamente (respectivamente, *minds-on* e *hands-on*). Para além disso, a componente afectiva representa, também, um papel muito importante na aprendizagem. Logo, o ideal é recorrer a actividades práticas que estabeleçam um equilíbrio entre *hands-on*, *minds-on* e *hearts-on* (Leite, 2006).

2. REFLEXÃO⁴

Uma das coisas que mais me fascina na profissão de professor é o facto de todas as aulas proporcionarem momentos de aprendizagem não só para os alunos, mas também para o professor. Esta pequena intervenção lectiva não foi excepção, e constituiu uma vivência pessoal muito enriquecedora e importante. Apesar de já ter alguma experiência profissional como professora, esta resumiu-se a dois anos lectivos com alunos do 2º e 3º ciclo do ensino básico e numa escola onde não havia laboratórios, logo não era possível realizar actividades laboratoriais. Assim, desde o início, esta intervenção constituiu um enorme desafio pessoal, pois tive que planificar e leccionar aulas laboratoriais, desenvolver e realizar actividades práticas e trabalhar com uma faixa etária mais velha.

Desde o início do presente ano lectivo tive oportunidade de acompanhar a turma onde esta investigação decorreu e de, aos poucos, conhecer os alunos. Esta auscultação prévia dos alunos foi-me dando pistas para planificar as minhas aulas e as diferentes actividades que pretendia realizar. Das informações preliminares que recolhi, destaco: a aversão que a maior parte dos alunos tinha quando lhes era solicitada a realização de um exercício do manual ou de uma ficha de trabalho; o bom aproveitamento que a generalidade dos alunos teve no primeiro e segundo períodos; e o bom desempenho que a maioria dos grupos teve nos trabalhos de grupo, e respectivas apresentações, realizados anteriormente. Infelizmente, nesta fase de preparação da intervenção, assumi que estes alunos já tinham experiência em trabalho laboratorial e escrita de relatórios, mas no decorrer das minhas aulas verifiquei o contrário. Apercebi-me que, apesar de estarem no seu último ano de escolaridade, a maior parte destes alunos nunca tinha realizado uma actividade laboratorial, nem escrito um relatório.

A partir destas informações pensei que seria interessante criar actividades práticas diversificadas, que conseguissem cativar os alunos, e apresentar alguns

⁴ A reflexão, por representar considerações pessoais, é escrita na primeira pessoa.

momentos de exposição de conteúdos, mas deixando espaço para a pesquisa de informações, sempre que esta fosse importante para a concretização de algumas das actividades propostas e consolidação de conceitos. Para a planificação das aulas e das diferentes actividades práticas a concretizar nas mesmas, as aprendizagens que construí ao longo deste mestrado, em particular nas unidades curriculares de didáctica e iniciação à prática profissional, foram de extrema importância. Quando entrei para este mestrado desconhecia as teorias construtivistas do ensino-aprendizagem, o que eram objectivos e competências, metodologias e tantos outros aspectos a ter em atenção na prática profissional de um professor. Ou seja, as minhas práticas lectivas baseavam-se no senso comum e nas minhas vivências enquanto aluna. Com certeza que se me tivesse sido pedido para planificar a mesma temática antes de ter frequentado este mestrado, o resultado seria absolutamente diferente, e não necessariamente para melhor. O facto de ter conseguido planificar as diversas aulas que leccionei e as diversas actividades práticas (algumas delas totalmente criadas por mim), deixa-me com um sentimento de realização e, acima de tudo, evolução. Outro aspecto muito importante que este mestrado me ensinou, é o ter a capacidade de olhar criticamente para o trabalho que desenvolvi numa sala de aula. Algo vital na profissão de professor.

Assim, olhando criticamente para esta intervenção, gostaria de começar por analisar e reflectir sobre aquilo que os alunos indicaram como o que poderia ser melhorado, caso a mesma estratégia de ensino de aulas fosse aplicada no ano seguinte (questão 7 do questionário D). Um dos principais aspectos a melhorar, de acordo com os alunos, está relacionado com a clarificação de conceitos, ou seja, os conceitos teóricos deveriam ter sido mais aprofundados; e outro com uma melhor associação da prática com a teoria. Olhando para a planificação da intervenção, esta apresentou um total de 5 aulas teóricas e 4 aulas laboratoriais. Esta distribuição pareceu-me equilibrada, e tratando-se de alunos do 12º ano e com um bom desempenho em trabalhos que envolviam pesquisa realizados nos períodos anteriores, suficiente para que os alunos conseguissem desenvolver competências de conhecimento substantivo. A minha ideia inicial passou por transmitir alguns conceitos teóricos básicos, deixando a sua consolidação e aprofundamento para um trabalho mais autónomo, a realizar com a concretização das actividades laboratoriais (nomeadamente, escrita de relatórios e apresentações). Ou seja, esperava que os

alunos com as pesquisas que iriam efectuar quer para os enquadramentos teóricos, quer para a discussão dos resultados obtidos, aprofundassem e relacionassem os conceitos mais teóricos em questão. No entanto, após a realização deste trabalho investigativo e de saber que uma das principais dificuldades dos alunos esteve na análise e discussão dos resultados, verifico que as minhas intenções não se concretizaram. Deste modo, numa situação semelhante, alteraria um pouco a minha prática. Essa alteração não passaria por criar mais momentos expositivos de conteúdos, mas sim, por exemplo, utilizar uma das aulas teóricas entre as actividades laboratoriais para a elaboração de um dos relatórios. Neste caso, os grupos estariam a trabalhar em aula, eu poderia acompanhar o processo mais de perto, promover as suas aprendizagens, aprofundar alguns dos conceitos que os alunos considerassem necessários e guiá-los na correlação entre a teoria e a prática.

De acordo com os alunos, outro aspecto a melhorar são os trabalhos de grupo, tanto em número, como em tempo para os realizar. Uma vez que nesta investigação, entre outras coisas, pretendi verificar o impacto do grau de abertura de actividades laboratoriais na aprendizagem dos alunos, achei pertinente realizar uma actividade fechada, uma aberta e uma de grau intermédio de abertura. Confesso, que também senti que o tempo de realização entre elas poderá ter sido demasiado curto, em especial nas aulas após as férias da Páscoa, mas é uma das contingências que este estudo investigativo apresenta. O facto de os alunos terem pouca experiência em elaboração de relatórios, ter-lhes-á complicado um pouco a vida, mas sinto que o feedback que forneci individualmente a cada grupo, relativamente ao relatório V de Gowin, foi pouco aproveitado e explorado. Se na minha vida profissional voltar a ter a oportunidade de leccionar esta temática, poderei começar por realizar a experiência relativa à conservação dos alimentos, deixá-la decorrer durante mais semanas e realizar as outras duas actividades práticas mais espaçadamente.

Em relação às metodologias utilizadas nesta intervenção, penso que foram adequadas, serviram o propósito do estudo investigativo e cumpriram o objectivo máximo de ajudar os alunos a aprender. Contudo, segundo alguns alunos, numa próxima leccionação destes conteúdos, poderiam ser mostrados mais vídeos e/ou realizar outras experiências. Relativamente aos vídeos, pesquisei alguns sobre a imobilização enzimática e cheguei a levar um para a aula, no entanto não tive tempo de o mostrar. No final dessa aula disse aos alunos que o vídeo iria estar disponível no

moodle, mas pensando, em retrospectiva, deveria tê-lo mostrado na aula seguinte. Em relação às actividades laboratoriais, estou muito satisfeita com aquelas que foram realizadas, mas claro que futuramente outras se poderão concretizar no âmbito desta temática.

Esta foi a primeira vez que leccionei aulas laboratoriais, o que por si só, representou uma enorme satisfação e aprendizagem pessoal. No entanto, apesar de todas as aulas laboratoriais terem corrido bem, deparei-me com algumas dificuldades na sua leccionação. Um delas foi o facto de nestas aulas, ter 12 alunos em cada turno, formando um total de três grupos de trabalho, a quem tinha que dar apoio quase em simultâneo. No caso da actividade laboratorial fechada, foi mais simples, pois as dúvidas eram semelhantes e o meu raciocínio para as esclarecer também. Contudo, no caso das actividades mais abertas, as dúvidas dos grupos eram muito diferentes, o que aumentou o grau de exigência da aula, assim como o grau de cansaço no final da mesma, mas não deixando de ser estimulante. Infelizmente, em alguns grupos, do segundo turno, esqueci-me de referir a necessidade de criarem um controlo experimental e os alunos não chegaram lá sozinhos. No entanto, globalmente sinto-me satisfeita pelo modo como as aulas decorreram e por ter conseguido dar resposta às mais variadas situações. Para além desta vivência de aulas laboratoriais, a avaliação dos trabalhos realizados pelos alunos nessas aulas foi, também, uma estreia para mim e revelou-se uma tarefa algo complicada. Mesmo assim, independentemente da experiência dos alunos na elaboração de relatório, o facto de lhes ter dado feedback sobre o trabalho que me entregaram foi algo que gostei de fazer e me fez ver na prática o quanto é importante. Nem todos os grupos aproveitaram esse feedback, mas alguns mostraram evolução no seu trabalho e conseguiram transpor as dicas que lhes dei para o relatório seguinte – isto deixou-me muito satisfeita e mostrou-me que o meu esforço valeu a pena. Sem dúvida, algo a repetir em práticas futuras.

Um aspecto curioso com que me deparei no decorrer desta intervenção, e que gostava de destacar, é o facto de muitos alunos estarem “formatados” para, ao realizarem uma actividade laboratorial, chegarem a um resultado “certo”. Para mim isto foi particularmente notório na realização das actividades abertas, pois o grau de incerteza, dos alunos, quando à funcionalidade do protocolo era maior. Muitos perguntaram-me, durante a planificação, se o protocolo iria dar certo, se tinham

negativa se a experiência não desse certo... Tentei explicar-lhes que, em ciência, qualquer que seja o resultado de uma experiência, este tem sempre algum significado e nos deve fazer pensar sobre ele e qual o próximo passo que a investigação deve seguir. Durante as aulas deste mestrado alertaram-me, por diversas vezes, para a importância de ensinar estes aspectos relacionados com a natureza/construção da ciência e para as muitas pré-concepções que os alunos têm neste campo. Contudo, contactar directamente com esta realidade, teve um grande impacto em mim. Tomei realmente consciência das ideias erradas que os alunos têm sobre a construção da ciência e como decorre uma investigação científica, e isso, para além de ter feito com que enfatizasse estes aspectos nas aulas de apresentação dos trabalhos de grupo, irá, certamente, influenciar as minhas práticas futuras.

Para terminar, gostaria de dizer que fiquei bastante contente com o trabalho desenvolvido, quer por mim, quer pelos alunos. Relativamente às aprendizagens dos alunos, penso que, globalmente, todos conseguiram desenvolver as competências inicialmente propostas, mas confesso que esperava melhores desempenhos nos relatórios. Contudo, recordando as palavras de Borges (2002, p.306), “ensinar e aprender a pensar criticamente é difícil e requer tempo” e tendo em conta que, tanto para mim como para a maior parte dos alunos, esta intervenção foi uma estreia nesse campo, acredito que futuramente conseguirei aumentar a minha capacidade de ensinar a pensar criticamente. E claro, desejo que estes alunos também desenvolvam essa capacidade nas suas aprendizagens futuras.

3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo investigativo apresenta diversas limitações. A primeira está relacionada com o reduzido número de participantes ($n=23$) e, dentro destes, um grande desequilíbrio entre o número de rapazes e de raparigas (sete rapazes e dezasseis raparigas), o que torna a análise dos dados recolhidos algo subjectiva e impossibilita qualquer generalização dos resultados obtidos e respectivas conclusões.

Outra limitação está relacionada com o curto intervalo de tempo em que o estudo decorreu. Os alunos realizaram a uma série de actividades práticas num curto espaço de tempo, pelo que os resultados do seu desempenho poderão estar de alguma forma afectados. Ou seja, se as mesmas actividades fossem realizadas num maior intervalo de tempo, o desempenho dos alunos poderia ser diferente.

O facto de a mesma pessoa exercer simultaneamente o papel de professora e de investigadora não facilitou a sua actuação, principalmente no registo de observações. A inexperiência como investigadora na área das ciências da educação constitui, também, *per si* uma limitação que poderá, em certa medida, ter limitado a recolha e análise de dados.

Os questionários utilizados neste estudo representam outra das suas limitações. A investigadora, para além da já mencionada falta de experiência na área das ciências da educação, não tem qualquer experiência na construção de questionários, pelo que os mesmos poderão apresentar diversas falhas. Adicionalmente, os questionários foram aplicados directamente na população em estudo, sem qualquer teste e/ou estudo prévio da sua consistência. Ainda relativamente aos questionários, importa esclarecer que, apesar de indicação para o seu preenchimento individual, muitos alunos comentavam as respostas com o seu par e algumas das respostas às questões abertas eram muito semelhantes (em alguns casos iguais). Como tal, alguns dos resultados obtidos não correspondem a uma verdadeira opinião individual de cada aluno.

4. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Neste ponto, apresentam-se algumas sugestões que poderão contribuir para ampliar e completar a investigação realizada no âmbito deste relatório. A primeira sugestão seria realizar a mesma investigação num maior número de participantes, por exemplo em mais turmas de Biologia do 12º ano.

Para investigar as diferenças de aprendizagem decorrentes do grau de abertura das actividades práticas laboratoriais, seria interessante alargar este estudo a outros conteúdos, a outros anos de escolaridade e também realizá-lo num espaço mais alargado de tempo. Poderia também ser interessante, para um mesmo conteúdo, uma turma realizar uma actividade laboratorial fechada e outra turma uma actividade laboratorial aberta e verificar se há diferenças significativas ao nível das aprendizagens.

CAPÍTULO VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, M.R., & Moss, M.O. (2008). *Food microbiology* (3rd ed.). Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2008). *Molecular biology of the cell* (5th ed.). Nova Iorque: Garland science, Taylor & Francis Group.
- Almeida, A.M.F.G. (2001). Educação em ciências e trabalho experimental: Emergência de uma nova concepção. In Veríssimo, A., Pedrosa, A. & Ribeiro, R, *(Re)Pensar o ensino das ciências* (pp. 51-73). Lisboa: Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário.
- Almeida, P., Figueiredo, O., & Galvão, C. (2012). A argumentação em tarefas de manuais escolares portugueses de Biologia e de Geologia. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17, 571-591.
- Arends, R.I. (2012). *Learning to teach* (9th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Borges, A.T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19, 291-313.
- Bustorff, A. (2004). A literacia científica e o ensino das Ciências. In *Currículo, situações educativas e formação de professores: Estudos em homenagem a Albano Estrela* (pp. 175-200). Lisboa: Educa.
- Chen, J., & Rosenthal, A. (2009). Food processing. In Campbell-Plat, G. (Ed.) *Food science and technology* (pp. 207-246). Singapore: Wiley-Blackwell.
- Coelho da Silva, J.L., & Leite, L. (1997). Atividades laboratoriais em manuais escolares: proposta de critérios de análise. In P. Pichel, R. López & M. C. Adán (Coords.), *X Congreso de ENCIGA, Boletín das Ciencias*, ano X, nº 32 (pp. 259-264). Santiago de Compostela: Asociación de Ensinantes de Ciencias de Galicia (ENCIGA).
- Collins, A. (2002). How students learn and how teachers teach. In Bybee, R. W. (Ed.), *Learning science and the science of learning: Science educators' essay collection* (pp. 3-11). Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- Cunha, M.B. (2006). O movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) e o ensino de ciências: Condicionantes estruturais. *Revista Varia Scientia*, 6, 121-134.
- DeBoer, G.E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Delors, J. Al-Mufit, I., Amagin, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., Kornhauser, A., Manley, M., Quero, M.P., Savané, M.-A., Singh, K., Stavenhagen, R., Suhr, M.W., & Nanzhao, Z. (1996). *Educação: Um tesouro a*

descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre a Educação para o século XXI. Edições ASA.

- Dias, C.M., & Morais, J.A. (2004). *Interacção em sala de aula: observação e análise. Referência, nº 11*, 49-57.
- Dourado, L. (2001). Trabalho prático (TP), trabalho laboratorial (TL), trabalho de campo (TC) e trabalho experimental (TE) no ensino das ciências – contributo para uma classificação de termos. In Veríssimo, A., Pedrosa, A. & Ribeiro, R, *(Re)Pensar o ensino das ciências* (pp. 13-18). Lisboa: Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário.
- Duarte, N. (2001). As pedagogias do “aprender a aprender” e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. *Revista Brasileira de Educação*, 18, 35-40.
- Fernandes, D. (2005). Avaliação das aprendizagens: Reflectir, agir e transformar. In Futuro congressos e eventos (Ed.), *Livro do 3.º congresso internacional sobre avaliação na educação* (pp. 65-78). Curitiba: Futuro Eventos.
- Fino, C.N. (2003). Vygotsky e a zona de desenvolvimento proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de Educação*, 14, 273-291.
- Fontes, A., & Freixo, O. (2004). *Vygotsky e a aprendizagem cooperativa - Uma forma de aprender melhor*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Frazier, R.A. (2009). Food chemistry. In: In Campbell-Plat, G. (Ed.) *Food science and technology* (pp. 5-32). Singapore: Wiley-Blackwell.
- Galvão, C. (2004). Ciência para todos. Um currículo por competências em Portugal. In DEB (Ed.), *Flexibilidade curricular. Cidadania e comunicação* (pp. 333-339). Lisboa: Comissão das Comunidades Europeias. Programa Sócrates.
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A.M., Lopes, A.M.S., Santos, M.C., Vilela, M.C., Oliveira, M.T., & Pereira, M. (2001). *Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares 3º Ciclo*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento da Educação Básica.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em Ciências – Sugestões para professores dos ensinos Básico e Secundário*. Porto: Asa Editores.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar Ciências, Aprender Ciências. O contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.
- Gaspar, M.J., & Roldão, M.C. (2007). *Elementos do desenvolvimento curricular*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Gott, R., & Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Buckingham: Open University Press.

- Hurd, P. (1958). Science literacy: its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16.
- Jay, J.M., Loessner, M.J., & Golden, D.A. (2005). *Modern food microbiology* (7th ed.). Nova Iorque: Springer.
- Lee, C.H. (2009). Food biotechnology. In Campbell-Plat, G. (Ed.) *Food science and technology* (pp. 85-114). Singapore: Wiley-Blackwell.
- Lei nº 49/2005 de 30 de Agosto. Diário da República nº 166 – I Série-A. Ministério da Educação.
- Leite, L. (2000). As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M.T., Silva, J.L., Afonso, A.S., & Baptista, J.M. (Eds.) *Trabalho prático experimental em ciências* (pp. 92-108). Braga: Universidade do Minho.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In *Cadernos didácticos da ciência* (pp. 79-96). Lisboa: Ministérios da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Leite, L. (2006). Da complexidade das actividades laboratoriais à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências. *Actas dos XIX Congresso de ENSIGA*. Póvoa do Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós.
- Leite, L., & Esteves, E. (2005). Análise crítica de actividades laboratoriais: Um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1).
- Macedo, A.C., Venâncio, A., & Malcata, F.X., (2003). Biotecnologia dos Alimentos. In: Lima, N., & Mota, M. (Coords.) *Biotecnologia – Fundamentos e aplicações*. Lisboa: Lidel.
- Magalhães, S.I.R., & Tenreiro-Vieira, C. (2006). Educação em ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19, 85-110
- Martins, I.P., Veiga, M.L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R.M., Rodrigues, A.V., & Couceiro, F. (2006). *Educação em ciência e ensino experimental. Formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação – Direcção Geral da Inovação e do Desenvolvimento Curricular.
- Matias, O., & Martins, P. (2009). *Biologia 12 – Parte 2*. Porto: Areal Editores.
- Melo, O. M. (2007). *Estudo do papel das tarefas na aprendizagem de Ciências Físicas no Ensino Básico*. Vila Real: Dissertação de Mestrado da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

- Mendes, A.M.P., Rebelo, D.H.V., & Pinheiro, E.J.G. (2004). *Biologia 12º ano. Curso científico-humanístico de ciências e tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação. Direcção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- Nunes, F., Peniche, P., Morais, A.M., & Neves, I.P. (1998). A construção da ciência e o ensino da ciência. Problemas da aplicação da ciência e da tecnologia na sociedade. *Revista de Educação*, VII, 152-155.
- Ouwehand, A.C., Salminen, S., & Isolauri, E. (2002). Probiotics: an overview on beneficial effects. *Antoine van Leeuwenhoek*, 82, 279-289.
- Pedrosa, M.A. (2001). Ensino das ciências e trabalhos práticos. In Veríssimo, A., Pedrosa, A. & Ribeiro, R, *(Re)Pensar o ensino das ciências* (pp. 19-33). Lisboa: Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário.
- Praia, J.F. (2000). Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. In *Teoria da aprendizagem significativa – Contributos do III Encontro Internacional sobre a Aprendizagem Significativa*. Peniche, Portugal.
- Purves, W.K, Sadava, D., Orians, G.H., & Heller, H.C. (2003). *Life: The science of biology* (7th ed.). Gordonsville, Virginia: Sinauer Associates and W. H. Freeman.
- Ramos, M.S. (2004). A literacia científica: uma necessidade urgente; um desafio à escola. *THEKA – Projecto Gulbenkian formação de professores responsáveis pelo desenvolvimento de bibliotecas escolares*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Reis, P.R. (2006). Ciência e Educação: Que Relação? *Interacções*, 3, 160-187.
- Reis, P.R. (2008). *A escola e as controvérsias sociocientíficas – Perspectiva de alunos e professores*. Lisboa: Escolar Editora.
- Reis, P.R. (Coord.), César, M., Carvalho, C., Oliveira, I., Pinto, H., Courela, C., Almeida, P., Borges, M., Correia, H., Figueiredo, O., Raposo, P., Melro, J., Barata, F., & Carvalho, M. (2002). *Trabalho colaborativo e melhoria da qualidade de ensino*. Lisboa: CIEFCUL. [Relatório científico do projecto SIQUE]
- Ribeiro, E., Silva, J.C., & Oliveira, O. (2009). *BioDesafios 12*. Edições Asa.
- Rojas, R.A.O. (2001). *El cuestionario*. Centro de estudios de opinion. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas – Universidad de Antioquia. Retirado a 18 de Janeiro de: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/viewFile/1498/1155>
- Roldão, M.C. (2006). *Gestão do currículo e avaliação de competências. As questões dos professores*. Lisboa: Editorial Presença.

- Roldão, M.C. (2010). *Estratégias de ensino. O saber e o agir do professor*. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão.
- Saarela, M., Mogensen, G., Fondén, R., Mättö, J., & Mattila-Sandholm, T. (2000). Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology*, 84, 197-215.
- Scaife, J. (2000). Learning in science. In Wellington, J. (Ed.) *Teaching and learning secondary science: contemporary issues and practical approaches* (pp. 61-108). Londres: Routledge.
- Silva, C.P., Amador, F., Baptista, J.F.P., Valente, R. A., Mendes, A., Rebelo, D., & Pinheiro, E. (2001). *Programa de Biologia e Geologia 10 ou 11º anos – Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Silva, A.M., Santos, M.E., Mesquita, A.F., Baldaia, L., & Félix, J.M. (2009). *Terra, Universo de Vida – Biologia 12º ano*. Porto: Porto Editora
- Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M.A., Acevedo-Díaz, J.A., & Acevedo-Romero, P. (2008). Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade. *Química Nova na Escola*, 27, 34-50.
- Vieira, N. (2007). Literacia científica e educação de ciência. Dois objectivos para a mesma aula. *Revista Lusófona de Educação*, 10, 97-108.
- Vieira, R.M., & Martins, I.P. (2004). Impacte de um programa de formação com orientação CTS/PC nas concepções e práticas dos professores. In I. P. Martins; F. Paixão & R. M. Vieira, *Perspetivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciências* (pp. 47-55). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies: The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

APÊNDICES

APÊNDICE A

“TAREFA 1 – ALIMENTAÇÃO MUNDIAL”

Tarefa 1

Alimentação Mundial

1. Lê com atenção a seguinte notícia:

Subnutrição afecta 12,5% da população mundial e supera "de longe" obesidade

Relatório das Nações Unidas diz que subnutrição continua a ser o principal problema.

O custo social do excesso de peso e da obesidade quase duplicou nos últimos 20 anos, mas a subnutrição ainda é o principal problema, afectando 12,5% da população mundial, alerta a Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO). Apresentado em Roma, o relatório anual da FAO conclui que 12,5% da população mundial ingere calorias a menos, o que representa apenas uma fracção do peso global da malnutrição, que inclui a subnutrição, as deficiências de micronutrientes e o excesso de peso e obesidade. A FAO estima que 26% das crianças do mundo tenham baixo peso, que 2.000 milhões de pessoas sofram de deficiências de um ou mais micronutrientes e que 1,4 mil milhões de pessoas tenham excesso de peso, 500 milhões dos quais são obesos. "Os custos sociais e económicos da malnutrição são imoralmente altos, atingindo talvez 3,5 biliões de dólares por ano, ou 500 dólares por pessoa globalmente", alerta o director-geral da FAO, José Graziano da Silva, no prefácio do relatório. Aquele valor equivale a 5% do Produto Interno Bruto (PIB) global, acrescenta o relatório. Embora o custo social da subnutrição materna e infantil tenha diminuído para quase metade nas últimas duas décadas, enquanto o excesso de peso e a obesidade quase duplicaram no mesmo período, o primeiro mantém-se "de longe o maior problema", refere o relatório da FAO. Com efeito, o custo social da subnutrição materna e infantil é quase o dobro do custo do excesso de peso e obesidade nos adultos, informa o documento.

No futuro imediato, argumenta a agência, a prioridade para a comunidade global deve continuar a ser a subnutrição e as deficiências de micronutrientes. "O desafio para a comunidade global é, portanto, continuar a combater a fome e a subnutrição enquanto

se previne ou inverte a emergente obesidade", escreve Graziano da Silva. Embora o desafio seja grande, o retorno do investimento neste objectivo seria elevado, pode ler-se no relatório da FAO, segundo o qual reduzir as deficiências micro nutricionais das crianças resultaria em mais saúde, menos mortalidade infantil e mais rendimentos futuros, com um rácio de custo-benefício de quase um para 13. No seu relatório, a FAO defende que a malnutrição requer uma abordagem multi-sectorial, com intervenções nos sistemas alimentares, mas também na saúde pública e na educação. Argumenta que há, nos sistemas alimentares, muitas oportunidades de intervir para melhorar as dietas e a nutrição, mas resultados positivos dependem de um conjunto de medidas, em todos os aspectos do sistema alimentar e qualquer intervenção isolada terá poucas probabilidades de ter impacto significativo. "Os sistemas alimentares devem garantir que todas as pessoas têm acesso a um leque variado de alimentos nutritivos e ao conhecimento e à informação de que precisam para fazerem opções saudáveis", escreve Graziano da Silva no prefácio. Para o director-geral da FAO, os contributos da alimentação e da agricultura para a nutrição – através da produção, dos preços e dos rendimentos – são fundamentais, mas "os sistemas alimentares como um todo podem contribuir muito mais".

Notícia retirada, em Janeiro de 2014, de:

<http://www.publico.pt/sociedade/noticia/subnutricao-afecta-125-da-populacao-mundial-e-supera-de-longe-obesidade-1596379>

Após a leitura desta notícia, levanta algumas questões que gostasses de ver respondidas no decorrer das próximas aulas. Por exemplo: Como resolver problemas de alimentação da população humana?

Reflecte e discute, em pares, sobre essas questões.

APÊNDICE B

“TAREFA 2 – ACTIVIDADE ENZIMÁTICA”

Tarefa 2

Actividade Enzimática

Trabalho Laboratorial

As enzimas são substâncias orgânicas, geralmente proteínas globulares, que catalisam reacções bioquímicas, controlando a sua velocidade. Nesta tarefa, poderás conhecer e compreender algumas das propriedades das enzimas, assim como factores que regulam a actividade enzimática. Para tal, executa os protocolos das páginas 257, 261 e 262 do teu manual. No final apresenta um relatório com estrutura em V de Gowin (figura 1) para as experiências realizadas.

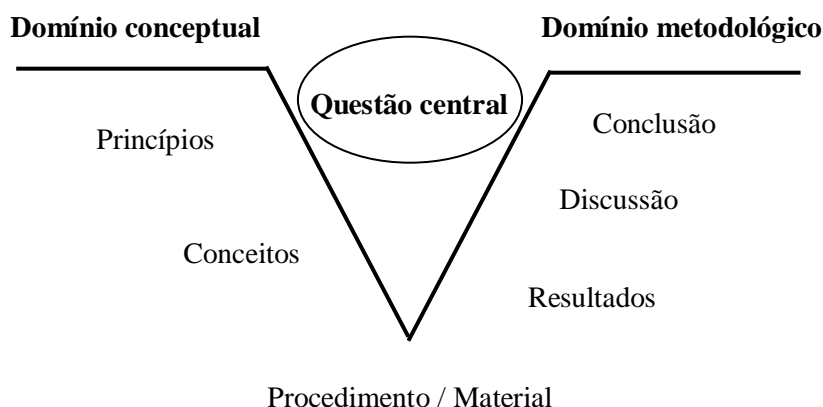


Figura 1. Representação de relatório com estrutura em V de Gowin (adaptada de Leite, 2000).

Referência bibliográfica: Leite, L. (2000). As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M.T., Silva, J.L., Afonso, A.S. & Baptista, J.M. (Eds.) *Trabalho prático experimental em ciências* (pp. 92-108). Braga: Universidade do Minho.

APÊNDICE C

“TAREFA 3 – UM GRANDE PROBLEMA PARA MAGALHÃES: A CONSERVAÇÃO DA COMIDA”

Tarefa 3

Um grande problema para Magalhães: A conservação da comida

Trabalho de pesquisa e laboratorial

Instruções

Começa por ler os dois textos propostos. Depois de leres os textos, trabalha em grupo com o objectivo de investigar os efeitos de diferentes métodos de conservação da comida. O grupo terá que partilhar e confrontar os seus resultados com a turma. Por último, cada grupo escreve um texto com a informação e conhecimento ganho sobre os métodos de conservação de comida. Esse texto deverá comparar a situação actual com aquela vivida pelos marinheiros, na Época dos Descobrimentos Marítimos Portugueses. O grupo comunicará à turma os seus resultados.

1. Lê, com atenção, os seguintes textos:

“Em 1519 Magalhães e a sua frota partem de Sevilha, Espanha, para procurar a rota das especiarias, por mar, até à Indonésia, de onde provinha a maioria destes produtos como, cravos-da-índia, pimenta e noz-moscada. Mais importante ainda, procuravam uma passagem, um estreito, que os levasse para além do continente Americano até a essas ilhas fabulosas... Com uma frota de cinco barcos e mais de duzentos homens partiram à busca das Ilhas das Especiarias. Três anos mais tarde voltaram do seu destino com um carregamento abundante de especiarias, mas apenas com um barco carregando oitenta homens enfraquecidos, sofrendo de fome, doenças. Muitos foram torturados, outros morreram, incluindo Magalhães, que foi violentamente morto numa batalha feroz” (Bergreen, 2004).

“Desde o momento em que se lançaram aos mares, a questão do armazenamento e da conservação da comida se revelou um dos maiores desafios que os navegadores tiveram de enfrentar. A base da alimentação dos navegadores era a mesma a bordo de todas as naus e caravelas do século 16: o "biscoito de marear" - uma bolacha dura e salgada, em geral "toda podre das baratas e com bolor mui fedorento".

A bordo dos navios, soldados, marinheiros e oficiais eram servidos por seus respectivos despenseiros. Todos recebiam rações rigorosamente iguais: 15 quilos de carne salgada por

mês, além de cebola, vinagre e azeite. Os capitães, porém, podiam transportar galinhas e ovelhas e servir-se delas para melhorar suas rações. Nos dias de jejum religioso a tripulação recebia arroz, peixe ou queijo para substituir a carne.

Os mantimentos sólidos eram distribuídos uma vez por mês - sempre crus. Tinham de ser cozidos diariamente e os pequenos fogos acesos no convés representavam um perigo permanente. O vinho e a água eram entregues todas as manhãs. Cada homem a bordo tinha direito a uma canada (1,4 litro) de vinho - armazenado em cerca de 200 pipas em cada navio. A água, para beber e para cozinhar, também era fornecida à razão de uma canada por dia. Armazenada em tonéis de madeira, cheirava sempre muito mal e causava diarreias e infecções. Ao longo de quatro semanas, os alimentos iam escasseando, até restar apenas o "biscoito de marear"- cada vez mais pobre e mais roído. Não restam dúvidas de que a alimentação deficiente matava tanto quanto os perigos do mar.”

Adaptado do artigo “A comida matava tanto quanto os perigos do mar” de Eduardo Bueno publicado em <http://epoca.globo.com/especiais/500anos/990705.htm>

2. Manter a comida em bom estado era um dos principais problemas das longas viagens realizadas na época dos descobrimentos portugueses. Imagina que fazes parte de uma equipa científica que se encontra a estudar a conservação da comida nessa época longínqua. Para aprofundares este assunto tens oportunidade de fazer uma viagem no tempo à época das descobertas e assumir o papel de assessor do capitão do navio. Nesta viagem a tua missão é garantir que a comida se mantém em bom estado durante a viagem.

2.1. Para se preparar para a viagem, cada grupo tem que pesquisar acerca deste tema. Para tal, podem consultar o seguinte endereço electrónico (<http://www.understandingfoodadditives.org/>) sobre conservação de comida e escrever as ideias principais que podem ajudar cada grupo a desempenhar o papel de assessor do capitão. Outros *sites* podem ser utilizados na pesquisa.

2.2. Enquanto assessor do capitão, cada grupo tem que planear e desenvolver uma experiência para estudar que tipo de substâncias é mais eficaz para a conservação da carne/peixe, por exemplo: sal, vinagre, alho ou pimenta.

2.3. Com base nos resultados obtidos, o grupo tem então que escrever algumas orientações para o ajudar a planear a viagem. Estas orientações devem focar-se nas maneiras alternativas para melhorar a conservação de comida no século XVI.

2.4. Cada grupo tem que apresentar os resultados do seu estudo experimental à turma (máximo 10 minutos), assim como as suas orientações para o planeamento da viagem.

2.5 No final, cada grupo escreve um texto (máximo 2 páginas) com informação e conhecimento apropriado sobre métodos de conservação de comida. O texto deve comparar a situação actual com aquela vivida pelos navegadores portugueses no século XVI. Não se esqueçam de dar um título ao vosso trabalho.

Bibliografia

Bergreen, L. (2004). *Over the edge of the world: Magellan's terrifying circumnavigation of the globe*. Harper Collins.

Tarefa adaptada de: Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar Ciências, Aprender Ciências. O contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.

APÊNDICE D

“TAREFA 4 – FERMENTAÇÃO MICROBIANA”

Tarefa 4

Fermentação microbiana

Trabalho Laboratorial

Muito antes dos progressos da microbiologia e antes do microscópio os ter revelado ao mundo, os microrganismos já eram usados em processos essenciais que estão na base da indústria alimentar. Numerosos microrganismos são capazes de viver na ausência de oxigénio (condições de anaerobiose), mobilizando energia dos nutrientes orgânicos, através de um processo que se designa fermentação. Existem três tipos de fermentação, láctica, alcoólica, e acética, aos quais está associada a produção de vários alimentos, por intervenção de diversos microrganismos. A reacção fermentativa pode ser influenciada por diversos factores, tais como: temperatura, concentração do microrganismo, concentração de glicose, concentração de oxigénio e pH.

Este trabalho tem como objectivo estudar os diferentes tipos de fermentações e factores que as influenciam.

1. Identifica os factores que podem afectar a reacção fermentativa em estudo.
2. Para um dos factores indicados anteriormente, formula um problema que possas investigar com recurso a uma experimentação simples, utilizando os materiais que foram colocados à tua disposição.
3. Elabora uma hipótese que procure responder ao problema proposto.
4. Planeia uma actividade laboratorial experimental que te permita responder ao problema que propuseste. Para tal, elabora um protocolo experimental, com o material que, efectivamente, vais utilizar e o modo de proceder, com uma descrição detalhada e explícita da metodologia para a execução do trabalho, de forma a permitir a repetição dos ensaios, por quem nisso fique interessado. Não te esqueças de identificar as variáveis (dependente e independente). No final, apresenta o protocolo ao teu professor, antes de o executares.

5. Executa o protocolo e regista os resultados (podes efectuar registos fotográficos ou em vídeo para complementar a descrição dos resultados)
6. Interpreta os resultados obtidos (podes recorrer a bibliografia, se tal for necessário).
7. Compara os resultados obtidos com a hipótese inicial. Os resultados obtidos corroboram a hipótese?
8. Tira conclusões, procurando responder ao problema inicial. Estabelece uma relação entre a reacção fermentativa em questão e o factor, que a influencia, estudado.
9. Prepara uma pequena síntese do trabalho desenvolvido para apresentar aos teus colegas (máximo 10 minutos).
10. Elabora um relatório científico, onde analyses criticamente a investigação que realizaste.

APÊNDICE E

“TAREFA 5 – IMOBILIZAÇÃO ENZIMÁTICA”

Tarefa 5

Imobilização enzimática

1. Lê com atenção os textos que se seguem:

Alimentos obtidos por catálise enzimática

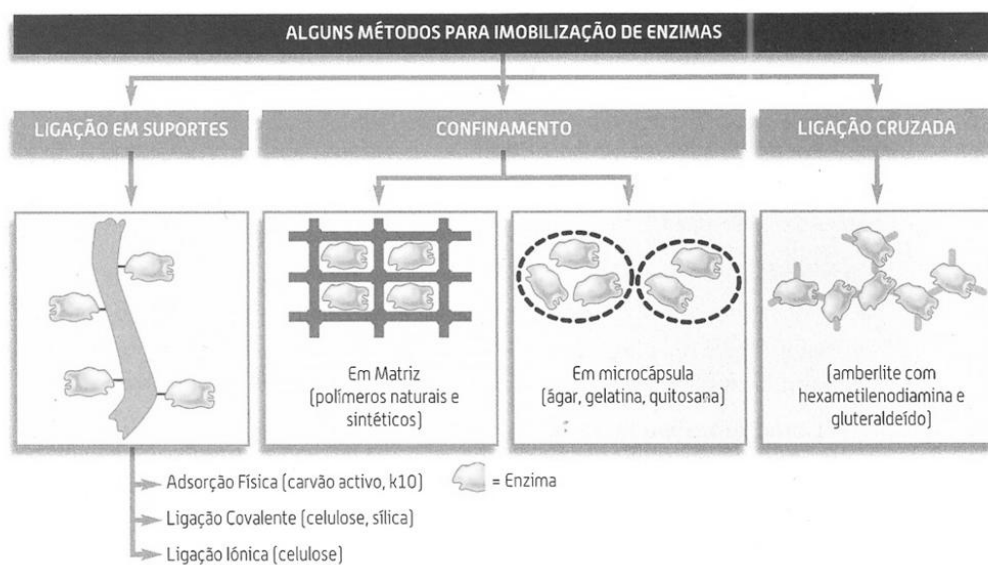
Sumos de fruta: As pectinases são enzimas hidrolíticas utilizadas no fabrico de sumos (por exemplo de tomate e de citrinos) em que é necessário proceder à hidrólise parcial da pectina (polissacarídeo que entra na constituição da parede celular dos frutos), de forma a obter-se produtos que fluam livremente, mas capazes de manter o nível de viscosidade suficiente para prevenir a deposição indesejável de partículas suspensas. Outra aplicação importante destas enzimas é na produção de vinho, pois a sua adição às uvas esmagadas permite aumentar o rendimento de produção do sumo e de extracção dos corantes da casca; após a fermentação do mosto, as pectinases desempenham um papel importante na clarificação, tornando mais fácil a filtração posterior do vinho.

Leite: A lactose, açúcar constituinte do leite, é pouco doce e cerca de quatro vezes menos solúvel quando comparada com os seus monossacarídeos constituintes (galactose e glucose). A lactase (nome comum para a enzima β -galactosidase) catalisa o desdobramento da lactose nos dois açúcares mencionados, encontrando-se no intestino de jovens mamíferos e em alguns microrganismos (especialmente lactococos). A enzima utilizada na indústria alimentar é de origem microbiana, sendo muito utilizada em preparados enzimáticos que são adicionados ao leite, ficando este a incubar durante a noite, tornando-se, assim, susceptível de ser consumido por seres humanos intolerantes à lactose.

(Adaptado de: Macedo, A.C., Venâncio, A., & Malcata, F.X., (2003). Biotecnologia dos Alimentos. In: Lima, N., & Mota, M. (Coords.) *Biotecnologia – Fundamentos e aplicações*. Lisboa: Lidel)

Enzimas imobilizadas

Alguns processos biotecnológicos continuam a recorrer à utilização de microrganismos vivos para que possam ser efectuados com sucesso. Contudo, outros processos exigem apenas a presença de determinadas enzimas para catalisar reacções específicas. Estas enzimas podem ser produzidas em grandes quantidades por organismos geneticamente modificados, sendo depois aplicadas em diversas áreas, desde a produção de alimentos, na indústria têxtil, na protecção do ambiente, etc.. A utilização destes biocatalizadores pode ser rentabilizada aplicando técnicas de imobilização de enzimas. A imobilização pode ser feita recorrendo a diversos métodos e consiste, basicamente, na fixação das enzimas a um determinado suporte (placas de sílica, celulose, resinas, etc.). A fixação de enzimas permite fazer uma fácil separação entre os reagentes e as enzimas, um maior controle da reacção e uma diminuição da perda de enzimas, o que possibilita a sua reutilização, aumentando a eficácia e a rentabilidade do processo.



(Retirado de: Matias, O., & Martins, P. (2009). *Biologia 12 – Parte 2*. Porto: Areal Editores)

2. As enzimas têm um papel fundamental na produção de determinados alimentos. Contudo, de modo a facilitar e a rentabilizar a sua utilização, foram desenvolvidas técnicas de imobilização enzimática. Tendo em conta o que leste e o que tens desenvolvido nas últimas aulas sobre esta temática, preenche a tabela seguinte que permite comparar vários aspectos relativos à intervenção de enzimas quando em solução e quando imobilizadas.

Aspectos considerados	Enzimas em solução	Enzimas imobilizadas
Contaminação do produto		
Reutilização da enzima		
Controlo da reacção		
Estabilidade das enzimas no processo que envolve elevadas temperaturas ou mudanças de pH		

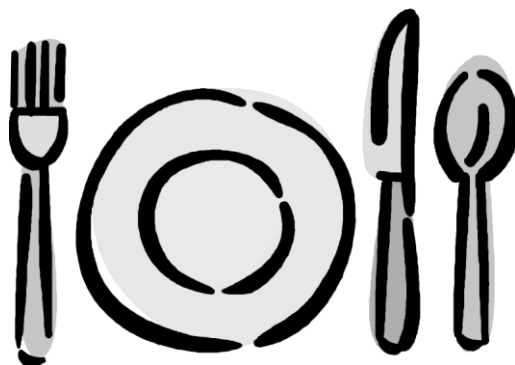
(Tabela adaptada de: Silva, A.M., Santos, M.E., Mesquita, A.F., Baldaia, L., & Félix, J.M. (2009). *Terra, Universo de Vida – Biologia 12º ano*. Porto: Porto Editora.)

APÊNDICE F

“TAREFA 6 – QUE PROCESSOS SOFRERAM OS ALIMENTOS QUE COMEMOS?”

Tarefa 6

Que processos sofreram os alimentos que comemos?



A indústria alimentar envolve várias actividades, tendo como principal objectivo a produção de alimentos saborosos, disponíveis e seguros (ou seja, que não prejudicam a saúde do consumidor quando preparados e ingeridos de acordo com as condições correctas de utilização). Essas actividades incluem o processamento de matérias-primas, a utilização de microrganismos ou produtos da sua actividade, e a distribuição de alimentos até ao consumidor final com garantias de qualidade. Deste modo, existem diversos processos de produção, melhoramento e conservação dos alimentos, tais como: tratamentos térmicos (de elevadas e de baixas temperaturas); atmosfera modificada; irradiação; secagem; conservantes químicos; fumagem; e aditivos alimentares.

1. Observa com atenção os rótulos dos alimentos que foram distribuídos ao teu grupo de trabalho.
2. Para cada alimento descreve que métodos de produção, melhoramento e conservação lhe poderão estar associados.
3. Que vantagens e/ou desvantagens prevês para cada um desses métodos?
4. Elabora um pequeno texto com as vossas conclusões.

APÊNDICE G

OBJECTIVOS E COMPETÊNCIAS: TAREFA 1

Objectivos e competências: tarefa 1

Tarefa 1 – Alimentação mundial	
Objectivos	Competências
<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer dados sobre a subnutrição mundial; • Compreender as desigualdades nutricionais existentes no mundo; • Ter consciência das desigualdades nutricionais do mundo; • Interpretar um texto; • Formular questões sobre problemas de alimentação da população mundial; • Utilizar linguagem científica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento substantivo: ao analisarem e discutirem as situações problemáticas presentes no texto. • Raciocínio: ao analisarem, interpretarem e discutirem informações presentes no texto; ao serem capazes de levantar questões sobre o tema em estudo; ao evidenciarem organização e gestão de trabalho e pensamento crítico na realização da tarefa. • Comunicação: ao debaterem, argumentarem e defenderem as suas ideias sobre problemas de alimentação da população mundial; ao ouvirem e questionarem as ideias dos colegas sobre problemas de alimentação da população mundial; ao utilizarem linguagem científica na formulação de questões e no debate de ideias. • Atitudes: ao cooperarem com os colegas no decorrer da tarefa; ao manifestarem respeito pelas ideias dos colegas durante o levantamento de questões e debate de ideias.

APÊNDICE H

OBJECTIVOS E COMPETÊNCIAS: TAREFA 2

Objectivos e competências: tarefa 2

Tarefa 2 – Actividade enzimática	
Objectivos	Competências
<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer especificidades das enzimas; • Conhecer os factores que influenciam a actividade enzimática; • Conhecer a importância da actividade enzimática na indústria alimentar; • Conhecer o material de laboratório; • Compreender as regras segurança do trabalho laboratorial; • Compreender os factores que influenciam a actividade enzimática; • Compreender que alterações os factores descritos podem ter na actividade enzimática; • Compreender o que é a variável dependente e a variável independente; • Distinguir variável dependente de variável independente; • Compreender a importância da existência de um controlo; • Cooperar em trabalho de grupo; • Manipular correctamente o material de laboratório; • Recolher dados; • Obter conclusões; • Elaborar um relatório; • Utilizar linguagem científica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento substantivo: ao analisarem e discutirem evidências relacionadas com os factores que influenciam a actividade enzimática e com a especificidade das enzimas. • Conhecimento processual: ao executarem o protocolo experimental; ao registarem observações; ao avaliarem os resultados obtidos; ao realizarem pesquisa bibliográfica para o relatório; ao construírem tabelas e/ou gráficos com os resultados. • Raciocínio: ao preverem e avaliarem resultados da experiência; ao elaborarem conclusões. • Comunicação: ao elaborarem o relatório V de Gowin; ao utilizarem linguagem científica no decorrer da tarefa e na escrita do relatório. • Atitudes: ao cooperarem com os colegas no decorrer da tarefa e na realização do relatório; ao manifestarem respeito relativamente a opiniões diferentes no decorrer da tarefa e na realização do relatório; ao manifestarem perseverança e seriedade na realização do trabalho; ao reflectirem criticamente sobre o trabalho realizado; ao terem um comportamento responsável no decorrer da tarefa.

APÊNDICE I

OBJECTIVOS E COMPETÊNCIAS: TAREFA 3

Objectivos e competências: tarefa 3

Tarefa 3 – Um grande problema para Magalhães: a conservação da comida	
Objectivos	Competências
<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os diferentes processos de conservação da comida; • Conhecer a importância dos processos de conservação da comida na indústria alimentar e no nosso dia-a-dia; • Conhecer o material de laboratório; • Conhecer aspectos relacionados com a natureza da ciência; • Compreender as regras segurança do trabalho laboratorial; • Compreender os diferentes processos de conservação da comida; • Compreender que alterações que os processos de conservação da comida sofreram ao longo dos tempos; • Compreender o que é a variável dependente e a variável independente; • Distinguir variável dependente de variável independente; • Compreender a importância da existência de um controlo; • Compreender a complexidade da elaboração de um protocolo experimental; • Formular hipóteses; • Cooperar em trabalho de grupo; • Escolher que material utilizar na experiência; • Elaborar um protocolo experimental; • Manipular correctamente o material de laboratório; • Recolher dados; • Obter conclusões; • Elaborar um documento com a informação e os conhecimentos obtidos no decorrer da tarefa; • Apresentar o trabalho à turma; • Utilizar linguagem científica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento substantivo: ao analisarem e discutirem situações problemáticas do dia-a-dia relacionadas com a navegação e a questão da conservação da comida; ao compreenderem as relações que se estabelecem entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, relativamente à conservação de alimentos. • Conhecimento processual: ao formularem hipóteses relativamente ao problema de conservação do alimento escolhido; ao planearem e executarem o protocolo experimental; ao registarem observações no decorrer da experiência; ao avaliarem os resultados obtidos; ao realizarem pesquisa bibliográfica para a realização da tarefa; ao construírem tabelas e/ou gráficos com os resultados. • Conhecimento epistemológico: ao compreenderem as influências da sociedade sobre a ciência, relativamente à questão da conservação de alimentos; ao vivenciarem êxitos e fracassos na concretização experimental e ao verificarem que dos mesmos reagentes (alimentos) se podem estudar/testar aspectos diferentes. • Raciocínio: ao argumentarem com vista à tomada de uma decisão sobre que alimento conservar e como; ao formularem hipóteses; ao planearem o protocolo experimental; ao preverem e avaliarem resultados; ao elaborarem conclusões. • Comunicação: ao debaterem, argumentarem e defenderem as suas ideias sobre conservação de alimentos; ao ouvirem e questionarem as ideias dos colegas; ao apresentarem o seu trabalho à turma; ao elaborarem o documento escrito; ao utilizarem linguagem científica no decorrer da tarefa, na apresentação e no documento escrito. • Atitudes: ao cooperarem com os colegas no decorrer da tarefa e na realização dos trabalhos a ela adjacentes; ao manifestarem respeito relativamente a opiniões diferentes; ao manifestarem perseverança e seriedade na realização do trabalho; ao reflectirem criticamente sobre o trabalho realizado; ao tomarem decisões sobre a elaboração do protocolo experimental; ao terem um comportamento responsável no decorrer da tarefa.

APÊNDICE J

OBJECTIVOS E COMPETÊNCIAS: TAREFA 4

Objectivos e competências: Tarefa 4

Tarefa 4 – Fermentação microbiana	
Objectivos	Competências
<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os diferentes processos fermentativos; • Conhecer os factores que influenciam os processos fermentativos; • Conhecer a importância dos processos fermentativos na indústria alimentar; • Conhecer o material de laboratório; • Conhecer aspectos relacionados com a natureza da ciência; • Compreender as regras segurança do trabalho laboratorial; • Compreender os diferentes processos fermentativos; • Compreender que alterações os factores descritos podem ter nos diferentes processos fermentativos; • Compreender o que é a variável dependente e a variável independente; • Distinguir variável dependente de variável independente; • Compreender a importância da existência de um controlo; • Compreender a complexidade da elaboração de um protocolo experimental; • Formular hipóteses; • Cooperar em trabalho de grupo; • Elaborar um protocolo experimental; • Manipular correctamente o material de laboratório; • Recolher dados; • Obter conclusões; • Elaborar um relatório; • Apresentar o trabalho à turma; • Utilizar linguagem científica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento substantivo: ao analisarem e discutirem evidências relacionadas com os factores que influenciam o processo fermentativo e ao compreenderem as relações que se estabelecem entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, relativamente aos processos de fermentação microbiana. • Conhecimento processual: ao formularem hipóteses relativamente ao factor, que influencia a fermentação microbiana, estudado; ao planearem e executarem o protocolo experimental; ao registarem observações no decorrer da experiência; ao avaliarem os resultados obtidos; ao realizarem pesquisa bibliográfica para o relatório; ao construírem tabelas e/ou gráficos com os resultados. • Conhecimento epistemológico: ao viverem êxitos e fracassos na concretização experimental e ao verificarem que dos mesmos reagentes (alimentos) se podem estudar/testar aspectos diferentes. • Raciocínio: ao formularem hipóteses; ao planearem o protocolo experimental; ao preverem e avaliarem resultados; ao elaborarem conclusões. • Comunicação: ao debaterem, argumentarem e defenderem as suas ideias relacionadas com a fermentação microbiana; ao ouvirem e questionarem as ideias dos colegas; ao apresentarem o seu trabalho à turma; ao elaborarem o relatório; ao utilizarem linguagem científica no decorrer da tarefa, na apresentação à turma e no relatório científico. • Atitudes: ao cooperarem com os colegas no decorrer da tarefa e na realização dos trabalhos a ela adjacentes; ao manifestarem respeito relativamente a opiniões diferentes; ao manifestarem perseverança e seriedade na realização do trabalho; ao reflectirem criticamente sobre o trabalho realizado; ao tomarem decisões sobre a elaboração do protocolo experimental; ao terem um comportamento responsável no decorrer da tarefa.

APÊNDICE K

OBJECTIVOS E COMPETÊNCIAS: TAREFA 5

Objectivos e competências: Tarefa 5

Tarefa 5 – Imobilização enzimática	
Objectivos	Competências
<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a importância da imobilização enzimática na indústria alimentar; • Conhecer alguns dos métodos de imobilização enzimática utilizados na indústria alimentar; • Conhecer a importância de certas enzimas na indústria alimentar; • Compreender a importância da imobilização enzimática na indústria alimentar; • Compreender alguns dos métodos de imobilização enzimática utilizados na indústria alimentar; • Compreender alguns dos processos enzimáticos existentes na produção de alimentos; • Compreender a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade, relativamente ao desenvolvimento tecnológico na área alimentar e seu impacto nos alimentos; • Ter consciência das diferenças de actuação existentes, ao nível dos processos industriais, quando presentes enzimas em solução e quando presentes enzimas imobilizadas; • Interpretar textos; • Explicar as diferenças de actuação existentes, ao nível dos processos industriais, quando presentes enzimas em solução e quando presentes enzimas imobilizadas; • Utilizar linguagem científica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento substantivo: ao analisarem e discutirem evidências relacionadas com a imobilização enzimática e a actividade enzimática na indústria alimentar, e ao compreenderem as relações que se estabelecem entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, relativamente ao desenvolvimento tecnológico na área alimentar e seu impacto nos alimentos. • Raciocínio: ao analisarem, interpretarem e discutirem informações presentes nos textos; ao serem capazes de explicar o impacto da imobilização enzimática na indústria alimentar; ao evidenciarem organização e gestão de trabalho e pensamento crítico na realização da tarefa. • Comunicação: ao debaterem, argumentarem e defenderem as suas ideias relacionadas com a imobilização enzimática; ao ouvirem e questionarem as ideias dos colegas; ao utilizarem linguagem científica no decorrer da tarefa e no preenchimento da tabela nela presente. • Atitudes: ao cooperarem com os colegas no decorrer da tarefa; ao manifestarem respeito relativamente às ideias dos colegas.

APÊNDICE L

OBJECTIVOS E COMPETÊNCIAS: TAREFA 6

Objectivos e competências: Tarefa 6

Tarefa 6 – Que processos sofreram os alimentos que comemos?	
Objectivos	Competências
<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer alguns dos métodos de conservação, melhoramento e produção de alimentos; • Conhecer a importância dos métodos de conservação, melhoramento e produção de alimentos; • Compreender alguns dos métodos de conservação, melhoramento e produção de alimentos; • Compreender a importância dos métodos de conservação, melhoramento e produção de alimentos; • Compreender a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade, relativamente ao desenvolvimento tecnológico na área da conservação de alimentos • Interpretar rótulos de alimentos; • Identificar processos de conservação, melhoramento e produção de alimentos associados a cada produto alimentar; • Utilizar linguagem científica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento substantivo: ao analisarem e discutirem evidências relacionadas com métodos de conservação, melhoramento e produção de alimentos; e ao compreenderem as relações que se estabelecem entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, relativamente ao desenvolvimento tecnológico na área da conservação de alimentos. • Raciocínio: ao analisarem, interpretarem e discutirem informações presentes nos rótulos dos alimentos; ao serem capazes de identificar e explicar o processo de conservação, melhoramento e produção associado a cada alimento; ao evidenciarem organização e gestão de trabalho e pensamento crítico na realização da tarefa. • Comunicação: ao debaterem, argumentarem e defenderem as suas ideias relacionadas com os processos de conservação, melhoramento e conservação de alimentos; ao ouvirem e questionarem as ideias dos colegas; ao utilizarem linguagem científica no decorrer da tarefa, no debate de ideias e na escrita do pequeno texto com as conclusões do trabalho. • Atitudes: ao cooperarem com os colegas no decorrer da tarefa; ao manifestarem respeito relativamente às ideias dos colegas.

APÊNDICE M

PLANO DA AULA I, *POWERPOINT* UTILIZADO E QUESTÕES LEVANTADAS PELOS ALUNOS NO ÂMBITO DA TAREFA 1

Plano da Aula I






Biologia 12º ano | Turma 12 H | Data: 25/03/2014 (3ª feira) | 90 + 90 minutos (turma dividida em turnos)

Sumário: Introdução à unidade “Produção de alimentos e Sustentabilidade”.

Análise de uma notícia e de alguns dados da FAO sobre alimentação mundial. Levantamento de questões.

Microrganismos e alimentos. Fermentação microbiana: láctea, alcoólica e acética.

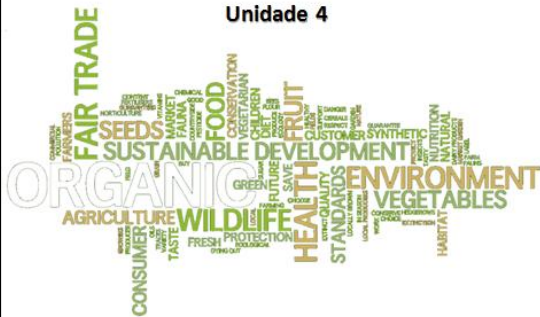
Metabolismos celular – reacções químicas.

Temática	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Produção de Alimentos e Sustentabilidade Microrganismos e Indústria Alimentar: Fermentação	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer alguns factos sobre a subnutrição mundial, presentes na notícia da tarefa 1 e nas imagens apresentadas; Ter consciência sobre as desigualdades nutricionais do mundo. Formular questões, a partir da notícia da tarefa 1, sobre problemas de alimentação da população mundial; Conhecer e compreender os diferentes processos fermentativos microbianos Conhecer e compreender o que são vias metabólicas Conhecer e compreender a energia associada às reacções químicas 	<ul style="list-style-type: none"> Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre alguns aspectos do tema alimentação mundial Reflectir e levantar questões relacionados com o tema da alimentação mundial Construir conhecimento substantivo sobre diferentes processos fermentativos Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre metabolismos celular – reacções químicas Comunicar de forma clara e objectiva, com o par e com a turma Empenhar-se na realização das tarefas propostas Respeitar a opinião dos colegas durante o levantamento de questões sobre o tema da alimentação mundial ou de alguma dúvida Apresentar uma postura atenta e interessada durante o desenrolar da aula Participar activamente na aula Utilizar linguagem científica apropriada, oral e escrita 	<ul style="list-style-type: none"> Fermentação láctea Fermentação alcoólica Fermentação acética Energia de activação Catalisador Biocatalisador Enzima Via metabólica 	<ul style="list-style-type: none"> Introdução à nova unidade temática – Produção de Alimentos e Sustentabilidade Apresentação de alguns factos sobre alimentação mundial Distribuição e realização da tarefa 1 Discussão da tarefa 1 Recolha de questões levantadas pelos alunos na realização da tarefa 1 Iniciação do tema Microrganismos e indústria alimentar – Fermentação Breve explicação sobre Metabolismo celular – Reacções químicas Realização e discussão de uma tarefa do manual escolar (anexo 2) Escrita do sumário 	<ul style="list-style-type: none">  Computador e projector  Apresentação em <i>powerpoint</i> elaborada pela professora  Enunciado da tarefa 1  Manual escolar  Quadro branco e canetas

Powerpoint da aula I

Produção de Alimentos e Sustentabilidade

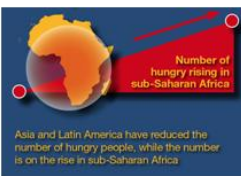
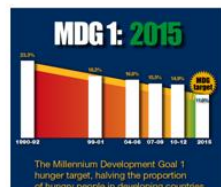
Unidade 4



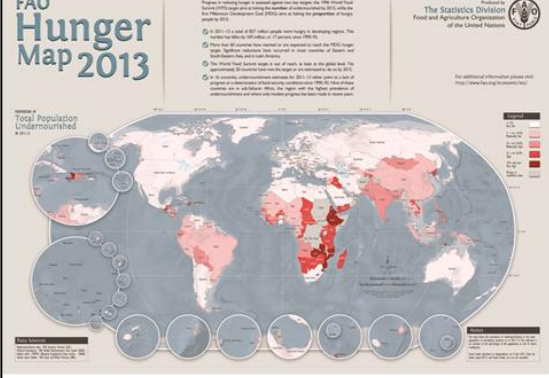
Alimentação Mundial - alguns factos



Alimentação Mundial - alguns factos



FAO
Hunger
Map 2013



Alimentação Mundial - algumas questões

- ✓ Como resolver problemas de alimentação da população humana?
- ✓ Como produzir maior quantidade de alimentos?
- ✓ Qual o contributo da indústria na produção, processamento e conservação de alimentos?
- ✓ Em que medida a qualidade de vida dos seres humanos depende da capacidade de produzir e conservar alimentos?
- ✓ Qual o papel da biotecnologia na produção de alimentos?

Biotecnologia Alimentar

Microorganismos e alimentos, que relação?

- causar degradação
- provocar doenças alimentares
- originar alterações benéficas de propriedades

FERMENTAÇÃO

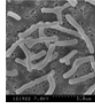
Alimentos fermentados

Biotechnologia Alimentar - Fermentação

Quais os microrganismos intervenientes na fermentação de alimentos?

➤ bactérias ácido-lácticas

- domínio Bacteria
- procariontes
- unicelulares
- ex.: *Lactobacillus*; *Lactococcus*; *Bifidobacterium*



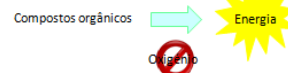
➤ leveduras

- reino Fungi
- eucariontes
- unicelulares
- ex.: *Saccharomyces cerevisiae*; *Candida kefir*



Biotechnologia Alimentar - Fermentação

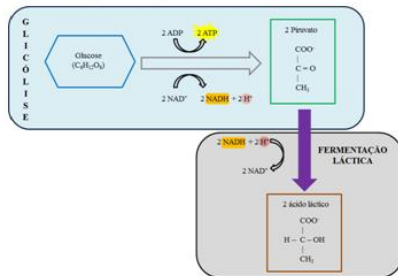
Em que consiste a fermentação?



Processo anaeróbio em que, a partir de compostos orgânicos, ocorre a produção de ATP numa série de reacções de oxidação redução, e que não envolvem uma cadeia transportadora de electrões.

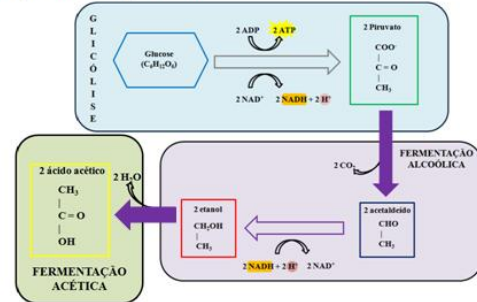
Biotechnologia Alimentar - Fermentação

Que tipos de fermentação existem?



Biotechnologia Alimentar - Fermentação

Que tipos de fermentação existem?



Biotechnologia Alimentar - Fermentação

Que alimentos são produzidos através da cada tipo de fermentação?

➤ Fermentação láctica

- iogurtes
- leites fermentados
- queijos



➤ Fermentação alcoólica

- vinho
- cerveja
- pão



➤ Fermentação acética

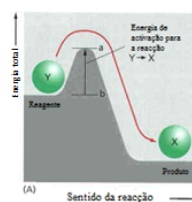
- vinagre
- pickles



Metabolismo Celular – Reacções químicas

O que impulsiona reacções e processos celulares, como a fermentação, ocorram?

Energia de activação



Reacção Y → X

Energia produto (X) < Energia reagente (Y)

Exotérmica

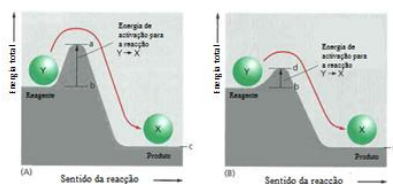
Reacção X → Y

Energia produto (Y) > Energia reagente (X)

Endotérmica

Metabolismo Celular – Reacções químicas

Como diminuir a energia de activação de uma reacção química?



Catalisador: composto que aumenta a velocidade das reacções, sem ser consumido durante o processo; quando as reacções são de natureza biológica – biocatalisadores.

Metabolismo Celular – Reacções químicas

Que moléculas existem nas células que funcionam como catalisadores biológicos?

- ✓ natureza proteica
- ✓ medeiam todas as transformações químicas:
 - quebra (catabolismo)
 - sintetize (anabolismo)
 de ligações covalentes, que ocorrem na célula.

Enzimas



Via metabólica: conjunto de reacções químicas, catalisadas por enzimas, e cujos produtos intermediários servem de substrato para a reacção seguinte.

Fonte de imagens

Slide 1: <https://umsustain.wp.d.umn.edu/sustainable-food-systems/>
 Slide 2: http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/203558/?utm_source=facebook&utm_medium=social+media&utm_campaign=fao+facebook
 Slide 3: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/174211/>
 Slide 4: <http://www.fao.org/hunger/en/>
 Slide 7: <http://www.intechopen.com/books/food-industry/differentiated-foods-for-consumers-with-new-demands>
 Slide 9: <http://www.intechopen.com/books/food-industry/differentiated-foods-for-consumers-with-new-demands>
 Slide 9 e 10: adaptadas de Purves et al., 2003, p. 139
 Slide 11: https://www.dsm.com/markets/foodandbeverages/en_US/markets-home/market-dairy-lp/market-dairy-fermentedmilk/market-dairy-fermentedmilk-cultures.html
 Slide 11: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Beer_and_bread.jpg
 Slide 11: <http://www.food.com/bb/viewtopic.zsp?t=389493>
 Slide 12 e 13: adaptadas de Alberts et al., 2008, p. 73
 Slide 14: retirada de Purves et al., 2003, p. 119

Questões levantadas pelos alunos na tarefa 1

1- De que forma a malnutrição afeta os custos sociais e os custos económicos?

Será que atualmente temos uma boa alimentação?

Onde é que existe a maior percentagem de subnutrição?

O que se pode fazer para haver uma melhor distribuição alimentar?

Como influenciar os pais a incentivar as crianças a ter uma alimentação saudável?

Turno 1

Como estabelecer o equilíbrio entre os problemas de subnutrição e de obesidade?

Porque é que o combate à subnutrição é prioritário se o número de pessoas com excesso de peso tem vindo a aumentar?

Quais os principais grupos alvo da consciencialização do problema de subnutrição?

- Porque é que a obesidade e o excesso de peso têm vindo a aumentar se há cada vez mais informação nesse campo?

Que medidas podemos tomar para diminuir a obesidade mundial?

Turno 2

APÊNDICE N





PLANO DA AULA II E *POWERPOINT* UTILIZADO

Plano da Aula II

Biologia 12º ano | Turma 12 H | Data: 28/03/2014 (6ª feira) | 90 minutos (turma completa)

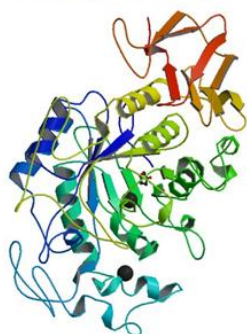
Sumário: Actividade enzimática. Modo de acção das enzimas. Regulação da actividade enzimática e factores que a influenciam.

Papel das enzimas na indústria alimentar.

Temática	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Microrganismos e Indústria Alimentar: Actividade enzimática	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer e compreender o modo de acção das enzimas Conhecer e compreender como é regulada a actividade enzimática Conhecer e compreender que factores influenciam a actividade enzimática Conhecer e compreender o papel das enzimas na indústria alimentar 	<ul style="list-style-type: none"> Construir conhecimento substantivo sobre actividade enzimática Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre inibição da actividade enzimática Comunicar de forma clara e objectiva, com o par e com a turma Respeitar a opinião dos colegas durante o levantamento de alguma dúvida Apresentar uma postura atenta e interessada durante o desenrolar da aula Participar activamente na aula Utilizar linguagem científica apropriada, oral e escrita 	<ul style="list-style-type: none"> Substrato Centro activo Complexo enzima-substrato Especificidade relativa Especificidade absoluta Cofactor e coenzima Apoenzima Holoenzima Inibidor e indutor Inibição competitiva Inibição não competitiva Factores que influenciam a actividade enzimática: concentração de enzima/substrato e temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> Breve recapitulação sobre os conceitos aprendidos na aula anterior: fermentação, enzima, energia de activação e (bio)catalisador Apresentação de diversos conceitos do subtema: Actividade enzimática Realização e discussão de uma tarefa do manual escolar (Anexo3) Escrita do sumário 	<ul style="list-style-type: none">  Computador e projector  Apresentação em <i>powerpoint</i> elaborada pela professora  Manual escolar  Quadro branco e canetas

Powerpoint da aula II

Actividade enzimática



Metabolismo Celular – Reacções químicas

Que moléculas existem nas células que funcionam como catalisadores biológicos?

- ✓ natureza proteica
- ✓ medeiam todas as transformações químicas:
 - quebra (catabolismo)
 - sintetize (anabolismo)
 de ligações covalentes, que ocorrem na célula.

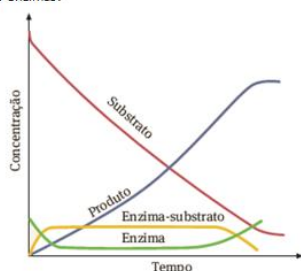
Enzimas



Via metabólica: conjunto de reacções químicas, catalisadas por enzimas, e cujos produtos intermediários servem de substrato para a reacção seguinte.

Actividade Enzimática

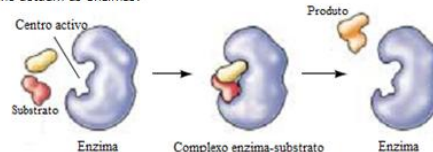
Como actuam as enzimas?



Comenta a afirmação: "As enzimas gastam-se durante a sua actividade".

Actividade Enzimática

Como actuam as enzimas?



Substrato: substância sobre a qual uma enzima actua; corresponde ao(s) reagente(s) da reacção catalisada.

Centro activo: local específico da enzima ao qual se liga o substrato, onde ocorre a reacção catalisada; uma enzima pode ter um ou mais centros activos.

Complexo enzima-substrato: associação temporária entre a enzima e o substrato durante a catálise reactiva.

Actividade Enzimática

Como actuam as enzimas?

Enzima	Substrato	
✓ Catalase	Peróxido de hidrogénio	Especificidade absoluta
✓ Amilase salivar	Amido	
✓ Protease	Proteínas	Especificidade relativa
✓ Lipase	Lípidos	

Especificidade absoluta: a enzima apenas reconhece um substrato.

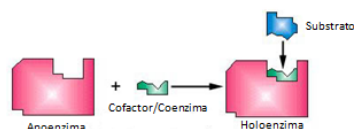
Especificidade relativa: a enzima reconhece vários substratos, semelhantes.

Actividade Enzimática

Como actuam as enzimas?

Algumas enzimas para se tornarem funcionais necessitam da presença de outras moléculas não proteicas, tais como:

- ✓ cofactores – iões inorgânicos, (ex.: cobre, zinco, ferro)
- ✓ coenzimas – moléculas que contêm átomos de carbono (ex.: NAD, ATP, FAD)



Actividade Enzimática

Como é regulada a actividade enzimática?

> Indutores

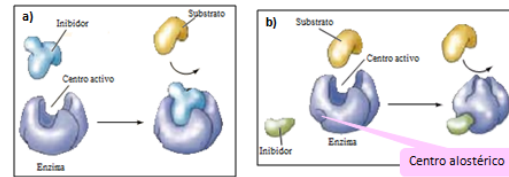
- compostos que se ligam à enzima e aumentam a sua actividade

> Inibidores

- compostos que se ligam à enzima e diminuem ou inibem a sua actividade
- naturais ou artificiais
- reversíveis ou irreversíveis

Actividade Enzimática

Como é regulada a actividade enzimática?

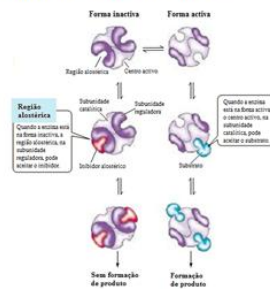


a) **Inibição competitiva**: o inibidor é semelhante ao substrato, liga-se ao centro activo da enzima e impede a ligação do substrato.

b) **Inibição não competitiva**: o inibidor liga-se à enzima num local distinto do seu centro activo; esta ligação modifica a conformação da enzima e impede a ligação do substrato.

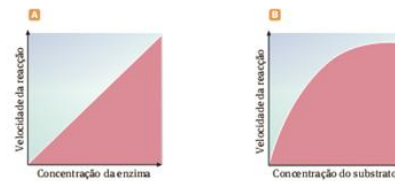
Actividade Enzimática

Como é regulada a actividade das enzimas alostéricas?



Actividade Enzimática

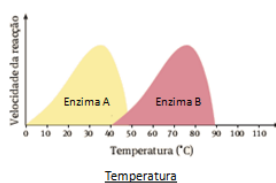
Que factores influenciam a actividade enzimática?



Concentração da enzima e do substrato

Actividade Enzimática

Que factores influenciam a actividade enzimática?



Enzima A: temperatura óptima $\approx 37^\circ\text{C}$

Enzima B: temperatura óptima $\approx 75^\circ\text{C}$

$\text{Inibição} < T_{\text{óptima}} < \text{Inibição}$

$T_{\text{óptima}} \ll \ll \text{Desnaturação}$

Actividade Enzimática

Que factores influenciam a actividade enzimática?

- ✓ Concentração da enzima e do substrato
- ✓ Temperatura
- ✓ ... ?

Aula laboratorial – 1 Abril ©

Actividade Enzimática

Qual o papel das enzimas na indústria alimentar?

Utilização de catálise enzimática na produção e transformação de alimentos apresenta diversas vantagens para a indústria alimentar:

- ✓ produção em grande escala
- ✓ qualidade final constante
- ✓ uniformização de matérias-primas de fontes diversas
- ✓ possibilidade de alteração das características sensoriais do produto
- ✓ aceleração do processo produtivo, sem efeitos secundários na qualidade do produto final

Actividade Enzimática

Qual o papel das enzimas na indústria alimentar?

As enzimas utilizadas na indústria alimentar têm origem em seres vivos,

- animais
- plantas
- microrganismos

estando a escolha da fonte enzimática relacionada com a sua

- disponibilidade
- aplicabilidade
- custo
- leis do mercado

Actividade Enzimática

	Fonte	Enzima	Aplicação
Animal	Pâncreas animal	Trypsina	Tendenziação de carne
		Lipase	Classificação de cerveja
		Quimotripsina	Desenvolvimento de sabor em produtos lácteos
	Estômago de ruminante	Quimotripsina	Tendenziação de carne
Vegetal	Cardo (<i>Cynara cardunculus</i> , L.)	Cardoninas	Fabrico de queijo
	Papaína	Papaína	Classificação de cerveja
	Ananás	Bromelaina	Tendenziação de carne
	Fécula	Fécula	Fabrico de xarope
Microbiana	Cerveja/Malte	Diatase	Fabrico de xarope edulcorante
	<i>Candida sp.</i>	Catalase	Suplemento para pão
	<i>Aspergillus niger</i>	Catalase	Estabilização de leite
	<i>Bacillus subtilis</i>	Amilase	Fabrico de xarope edulcorante
	<i>Bacillus subtilis</i>	Amilase	Fermentação alcoólica
	<i>Bacillus subtilis</i>	Protease	Fabrico de glucos
	<i>Bacillus subtilis</i>	Protease	Tendenziação de carne
	<i>Streptococcus griseus</i>		
	<i>Aspergillus niger</i>		
	<i>Lactobacillus brevis</i>	Glucose isomerase	Conversão de glucose a frutose
	<i>Bacillus coagulans</i>	Glucose isomerase	
	<i>Archeobacter simplex</i>		
Microbiana	<i>Ascomycetes microspores</i>		
	<i>Rhizopus microsporus</i>	Lipase	Desenvolvimento de sabor em produtos lácteos
	<i>Aspergillus niger</i>	Lipase	Desenvolvimento de sabor em produtos lácteos
	<i>Aspergillus niger</i>	Lactase	Leite com lactose hidrolizada
	<i>Aspergillus niger</i>	Lactase	Paquetes para intolerantes a lactose
	<i>Aspergillus niger</i>	Naringinase	Remoção de sabor amargo em sumos de citrinos
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Invertase	Pastelaria
	<i>Aspergillus niger</i>	Cnabio	Fabrico de chocolate
	<i>Aspergillus niger</i>	Cnabio	Fabrico de queijo
	<i>Aspergillus niger</i>	Cnabio	Fabrico de queijo

Fonte de imagens

Slide 1: <http://www.rcsb.org/pdb/explore/explore.do?structureId=1SMD>

Slide 2: retirada de Purves et al., 2003, p. 119

Slide 3: retirada de Ribeiro, Silva & Oliveira, 2009, p.258

Slide 4: adaptada de Purves et al., 2003, p. 115

Slide 6: <http://entraquiya.files.wordpress.com/2012/03/u4fg3.jpg>

Slide 8: adaptada de Purves et al., 2003, p. 120

Slide 9: adaptada de Purves et al., 2003, p. 121






































Slide 10: retirada de Ribeiro, Silva & Oliveira, 2009, p.260

Slide 11: retirada de Ribeiro, Silva & Oliveira, 2009, p.263

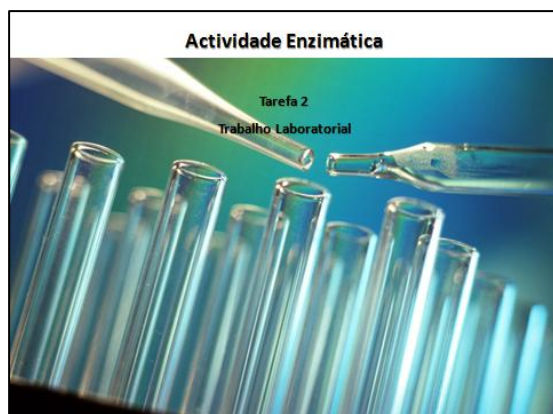
APÊNDICE O

PLANO DA AULA III, *POWERPOINT* UTILIZADO E IMAGENS DO DECORRER DA TAREFA 2

Plano da Aula III

Biologia 12º ano Turma 12 H Data: 1/04/2014 (3ª feira) 90 + 90 minutos (turma dividida em turnos)						
Sumário: Especificidade das enzimas e influência do pH na actividade enzimática. Trabalho laboratorial.						
Temática	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos	
Microrganismos e Indústria Alimentar: Actividade enzimática	<ul style="list-style-type: none">Conhecer e compreender a especificidade de algumas enzimasConhecer e compreender que factores influenciam a actividade enzimática: pHCompreender a importância de um controlo experimentalDistinguir variável dependente de variável independente	<ul style="list-style-type: none">Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre especificidade enzimáticaConstruir e utilizar conhecimento substantivo sobre factores que influenciam a actividade enzimática: pHConstruir e utilizar conhecimento processual ao executar o protocolo experimentalRespeitar a opinião dos colegas no decorrer da tarefaApresentar uma postura respeitadora das normas de funcionamento do laboratórioParticipar activamente na tarefa, formulando questões e registando os resultadosApresentar uma postura atenta e interessada no decorrer da tarefaUtilizar linguagem científica apropriada, oral e escrita	<ul style="list-style-type: none">EnzimaEspecificidade enzimáticaSubstratoAmilase salivarCatalaseFactores que influenciam a actividade enzimática: pH	<ul style="list-style-type: none">Breve apresentação do trabalho laboratorial e distribuição da tarefa 2Distribuição dos alunos em grupos de 4 elementosIndicação das alterações a efectuar nos protocolos experimentaisBreve explicação sobre a estrutura do relatório V de GowinRealização da tarefa 2Escrita do sumário	<div> Computador e projector</div> <div> Apresentação em <i>powerpoint</i> elaborada pela professora</div> <div> Enunciado da tarefa 2</div> <div> Manual escolar</div> <div> Quadro branco e canetas</div> <div> Bata</div> <div> Caneta de acetato</div> <div> Tubos de ensaio</div> <div> Suporte para tubos</div> <div> Pipetas de Pasteur</div> <div> Pipeta de vidro 10 ml</div> <div> Proveta 10 ml</div> <div> Gobelés</div> <div> Licor de Fehling</div> <div> Lugol</div> <div> Banho-Maria</div> <div> Pinça metálica</div> <div> Rolo papel absorvente</div> <div> Amido</div> <div> Fígado fresco</div> <div> HCl 10%</div> <div> NaOH 10%</div> <div> Papel indicador de pH</div> <div> Papel de filtro</div> <div> Almofariz com pilão</div> <div> Peróxido de hidrogénio</div> <div> Solução tampão de pH 7</div> <div> Solução tampão de pH 10</div> <div> Solução tampão de pH 4</div> <div> Saliva</div> <div> Água destilada</div> <div> Lamparina</div> <div> Fósforos</div> <div> Pinça de madeira</div> <div> Bisturi</div> <div> Funil</div> <div> Tabuleiros de plástico</div>	

Powerpoint da aula III



Actividade Enzimática

Página 257

Procedimento experimental

- Coloque uma colher (de sopa) de amido em 250 ml de água destilada e aqueça até se formar uma mistura homogênea (cozimento de amido), evitando uma exposição muito prolongada ao calor intenso.
- Retire 10ml da solução anterior para dois tubos e realize o teste com **Lugol** no tubo A e o teste do licor de Fehling no tubo B.
- Coloque 10ml de cozimento de amido em 8 tubos devidamente numerados, adicionando uma fracção de saliva aos tubos 1 a 4. Coloque os tubos em banho-maria a 37 °C.
- Ao fim de 15 minutos, realize o teste com **Lugol** (tubos 1 e 5) e o teste com o licor de Fehling (tubos 2 e 6).
- Passados 30 minutos, realize o teste **Lugol** nos tubos 3 e 7 e o teste do licor de Fehling nos tubos 4 e 8.

Actividade Enzimática

Páginas 261 e 262

Material

- Fígado fresco
- HCl 10 %
- NaOH 10 %
- Papel indicador de pH
- Almofariz
- Conta-gotas
- Peróxido de hidrogénio (água oxigenada)
- Pipetas
- 10 tubos de ensaio e suporte
- Vaseta de vidro
- Gobelê

Procedimentos

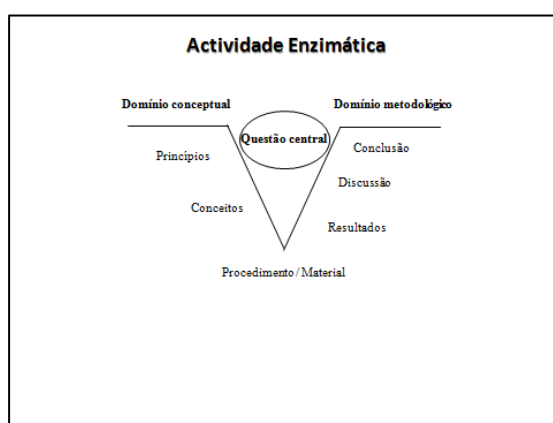
1.1 Dispositivo experimental.

Actividade Enzimática

Páginas 261 e 262

Tabela II – Condições experimentais

Tubo	Água destilada	Tampão	H ₂ O ₂	Hcl	NaOH	pH	Solução de catalase
1	5 ml	1 ml, pH 7					
2	4 ml	1 ml, pH 7					1 ml
3	2 ml	1 ml, pH 7	3 ml				
4	1 ml		3 ml	1 ml			1 ml
5	1 ml	1 ml, pH 4	3 ml				1 ml
6	1 ml	1 ml, pH 7	3 ml				1 ml
7	1 ml	1 ml, pH 10	3 ml				1 ml
8	1 ml		3 ml		1 ml		1 ml
9	1 ml	1 ml, pH 7	3 ml	1 ml			
10	1 ml	1 ml, pH 7	3 ml		1 ml		



Fonte de imagens

Slide 1: ClipArt Microsoft Office

Slide 3: retirada de Ribeiro, Silva & Oliveira, 2009, p.261

Slide 4: retirada de Ribeiro, Silva & Oliveira, 2009, p.262

Imagens do decorrer da tarefa 2



Material no início da aula



Filtração da catalase

APÊNDICE P






PLANO DA AULA IV E *POWERPOINT* UTILIZADO

Plano da Aula IV

Biologia 12º ano | Turma 12 H | Data: 04/04/2014 (6ª feira) | 90 minutos (turma completa; sala de informática)

Sumário: Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos. Início da actividade prática: “Um grande problema para Magalhães: a conservação da comida”.

Avaliação final do período.

Temática	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Microrganismos e Indústria Alimentar: Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos.	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer e compreender diferentes processos de conservação de alimentos Conhecer e compreender a importância dos processos de conservação dos alimentos Conhecer e compreender a evolução dos métodos de conservação de alimentos Conhecer e compreender as dificuldades inerentes à elaboração de um protocolo experimental 	<ul style="list-style-type: none"> Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre conservação de alimentos Construir e utilizar conhecimento processual ao realizar pesquisa bibliográfica para a realização da tarefa Construir e utilizar conhecimento processual ao formular hipóteses e ao planear o protocolo experimental Comunicar de forma clara e objectiva, com o grupo de trabalho Debater e argumentar ideias sobre conservação de alimentos Respeitar a opinião dos colegas durante a realização da tarefa Apresentar uma postura atenta e interessada no decorrer da tarefa 3 Participar activamente na realização da tarefa Utilizar linguagem científica apropriada, oral e escrita 	<ul style="list-style-type: none"> Conservação de alimentos: processos de conservação de alimentos Aditivos alimentares 	<ul style="list-style-type: none"> Preenchimento do questionário A Apresentação do novo subtema: Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos. Distribuição e apresentação da tarefa 3 e seus tempos de realização. Início da realização da tarefa 3: pesquisa de informação e elaboração do protocolo a realizar Discussão sobre avaliação dos alunos (professor cooperante) Escrita do sumário 	<ul style="list-style-type: none">  Computador e projector  Apresentação em <i>powerpoint</i> elaborada pela professora  Computadores com acesso à internet  Enunciado da tarefa 3  Quadro branco e canetas

Powerpoint da aula IV

Um grande problema para Magalhães: A conservação da comida

Tarefa 3 Trabalho de Pesquisa e Laboratorial



Um grande problema para Magalhães: A conservação da comida

Calendário da tarefa

2ª feira	3ª feira	4ª feira	5ª feira	6ª feira	
	1	2	3	Início tarefa 3	
7	8	9	10		
14	15	16	17		Abril
21	22	23	24		
	Entrega da lista de alimentos a utilizar				
28	Início da actividade laboratorial	30	1		Abril / Maio
5	Fim da actividade laboratorial	7	8	Apresentação e discussão dos trabalhos	Maio

Fonte de imagens








































Slide 1:

http://www.planetabasket.pt/dev/index.php?option=com_content&view=article&id=1221:0:fernao-magalhaes-nasceu-na-barca&catid=146:futuro-jambores-ponte-da-barca&Itemid=358

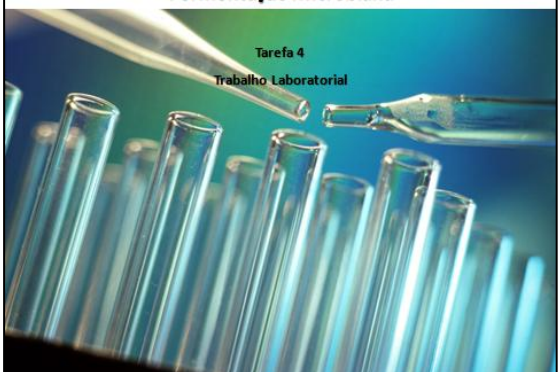
APÊNDICE Q

PLANO DA AULA V, *POWERPOINT* UTILIZADO E IMAGENS DO DECORRER DA TAREFA 4

Plano da Aula V

Biologia 12º ano Turma 12 H Data: 22/04/2014 (3ª feira) 90 + 90 minutos (turma dividida em turnos) Sumário: Fermentação microbiana: láctea, alcoólica e acética. Trabalho laboratorial.						
Temática	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos	
Microrganismos e Indústria Alimentar: Fermentação	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer e compreender a fermentação láctea Conhecer e compreender a fermentação alcoólica Conhecer e compreender a fermentação acética Conhecer e compreender que factores influenciam a reacção fermentativa Conhecer e compreender as dificuldades inerentes à elaboração de um protocolo experimental Compreender a importância de um controlo experimental Distinguir variável dependente de variável independente 	<ul style="list-style-type: none"> Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre fermentação Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre factores que influenciam a reacção fermentativa Construir e utilizar conhecimento processual ao formular hipóteses e ao planear o protocolo experimental Construir e utilizar conhecimento processual ao executar o protocolo experimental Respeitar a opinião dos colegas no decorrer da tarefa 4 Apresentar uma postura respeitadora das normas de funcionamento do laboratório Participar activamente na tarefa 4, formulando questões e registando os resultados Apresentar uma postura atenta e interessada no decorrer da tarefa Utilizar linguagem científica apropriada, oral e escrita 	<ul style="list-style-type: none"> Fermentação láctea Fermentação alcoólica Fermentação acética Factores que influenciam a reacção fermentativa 	<ul style="list-style-type: none"> Breve apresentação do trabalho laboratorial e distribuição da tarefa 4 Breve explicação sobre a estrutura do relatório Realização da tarefa 4 Distribuição, pelos grupos, de pequena folha com o material escolhido pelos alunos para a realização da tarefa 3 Discussão e complementação, se necessário, do material para a tarefa 3 Escrita do sumário 	 Computador e projectador  Apresentação em <i>powerpoint</i> elaborada pela professora  Enunciado da tarefa 4  Pequena folha com o material escolhido pelos alunos para a tarefa 3  Manual escolar  Quadro branco e canetas  Bata  Caneta de acetato  Pipetas de Pasteur  Provetas  Gobelés  Vidros de relógio  Frascos estéreis  Estufa  Banho-Maria  Pinça metálica  Bisturi  Varetas de vidro  Rolo papel absorvente	 Iogurte natural  Iogurte bifido  Leite  Farinha  Fermento de padeiro  Açúcar  Vinho tinto  Vinho branco  Vinagre de sidra  Vinagre de vinho branco  Papel indicador de pH  Balança  Água destilada  Matrazes  Espátulas  Termómetro  Frigorífico  Película aderente  Rolhas de gaze e algodão  Máquina fotográfica

Powerpoint da aula V

Fermentação Microbiana	
 <p>Tarefa 4 Trabalho Laboratorial</p>	<p>Fermentação Microbiana</p> <p><u>Relatório científico</u></p> <p>Capa:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ título (adequado)✓ nome dos autores✓ data da realização✓ símbolo da escola <p>Introdução:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ fundamentação teórica sobre o tema em estudo (fermentação, factores que a influenciam, microrganismo responsável)✓ hipótese levantada inicialmente✓ objectivo do trabalho <p>Material e Métodos:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ material utilizado✓ procedimento detalhado
<p>Fermentação Microbiana</p> <p><u>Relatório científico (cont.)</u></p> <p>Resultados:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ explicitação clara e objectiva dos resultados obtidos (se pertinente, utilizar tabelas e/ou gráficos)✓ fotografias e/ou link para vídeos (caso existam) <p>Discussão:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ discussão dos resultados registados✓ discussão sobre a validação ou não da hipótese levantada✓ levantamento e discussão das possíveis limitações do trabalho realizado <p>Conclusão</p> <p>Referências bibliográficas</p> <p>Data de entrega: 2 de Maio</p>	<p>Fonte de imagens</p> <p>Slide 1: ClipArt Microsoft Office</p>

Imagens do decorrer da tarefa 4



1 saco = 1 tipo fermentação



Material à disposição dos alunos



Preparação fermentação láctica



Preparação fermentação alcoólica



Preparação fermentação acética






































Resultados fermentação alcoólica

APÊNDICE R

PLANO DA AULA VI, *POWERPOINT* UTILIZADO E IMAGENS DO DECORRER DA TAREFA 3

Plano da Aula VI

Biologia 12º ano Turma 12 H Data: 29/04/2014 (3ª feira) 90 + 90 minutos (turma dividida em turno) Sumário: Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos. Início da parte laboratorial da tarefa: “Um grande problema para Magalhães: a conservação da comida”. Imobilização enzimática.					
Temática	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Microorganismos e Indústria Alimentar: Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos.	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer e compreender diferentes processos de conservação de alimentos Conhecer e compreender a importância dos processos de conservação dos alimentos Conhecer e compreender a evolução dos métodos de conservação de alimentos Conhecer e compreender a importância da imobilização enzimática na indústria alimentar Conhecer e compreender as dificuldades inerentes à elaboração de um protocolo experimental Compreender a importância de um controlo experimental Distinguir variável dependente de variável independente 	<ul style="list-style-type: none"> Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre conservação de alimentos Construir e utilizar conhecimento processual ao formular hipóteses e ao planear o protocolo experimental Construir e utilizar conhecimento processual ao executar o protocolo experimental Apresentar uma postura respeitadora das normas de funcionamento do laboratório Comunicar de forma clara e objectiva, com o grupo de trabalho Respeitar a opinião dos colegas durante a realização das tarefas Participar activamente na tarefa 3, formulando questões e registando os resultados Apresentar uma postura atenta e interessada no decorrer das tarefas Participar activamente na realização da tarefa 5 Debater e argumentar ideias sobre conservação de alimentos e sobre imobilização enzimática Utilizar linguagem científica apropriada, oral e escrita 	<ul style="list-style-type: none"> Conservação de alimentos: processos de conservação de alimentos Aditivos alimentares Imobilização enzimática 	<ul style="list-style-type: none"> Distribuição e preenchimento do questionário C Breve recapitulação sobre a tarefa 3 Início da realização da parte laboratorial da tarefa 3 Apresentação e distribuição da tarefa 5 Realização e discussão da tarefa 5 Entrega e comentário dos relatórios referentes à tarefa 2 Escrita do sumário 	<div>  Computador e projectador  Sal grosso </div> <div>  Apresentação em <i>powerpoint</i> elaborada pela professora  Vinagre de vinho branco </div> <div>  Enunciado da tarefa 3  Vinagre de sidra </div> <div>  Enunciado da tarefa 5  Pimenta preta </div> <div>  Quadro branco e canetas  Açúcar </div> <div>  Bata  Limão </div> <div>  Caneta de acetato  Maças </div> <div>  Pinça  Alhos </div> <div>  Bisturi  Carapaus </div> <div>  Pratos de plástico  Sardinhas </div> <div>  Taças de plástico  Bife de vaca </div> <div>  Placa de aquecimento  Febra de porco </div> <div>  Tesoura  Ovos </div> <div>  Frascos de vidro  Cebolas </div> <div>  Azeite  Balança </div> <div>  Luvas de latex  Provetas </div> <div>  Rolo de papel absorvente  Gobelés </div> <div>  Máquina fotográfica </div>

Powerpoint da aula VI

Um grande problema para Magalhães:
A conservação da comida

Tarefa 3
Trabalho Laboratorial

Um grande problema para Magalhães:
A conservação da comida

Calendário da tarefa

2ª feira	3ª feira	4ª feira	5ª feira	6ª feira	
	1	2	3	4	
7	8	9	10	11	
14	15	16	17	18	Abril
21	22	23	24	25	
28	29	30	1	2	Abril / Maio
5	6	7	8	9	
12	13	14	15	16	Maio

Início tarefa 3
 Entrega da lista de alimentos a analisar
 Início da actividade laboratorial
 Fim da actividade laboratorial
 Apresentação e discussão dos trabalhos
 Envio do trabalho escrito por email: trbraga@apo.pt

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Imobilização enzimática

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Imobilização enzimática

ALGUNS MÉTODOS PARA IMOBILIZAÇÃO DE ENZIMAS

- LIGAÇÃO EM SUORTES**
 - Adsorção Física (carvão activo, KIO)
 - Ligação Covalente (celulose, sílica)
 - Ligação Iónica (celulose)
- CONFINAMENTO**
 - Em Matriz (polímeros naturais e sintéticos)
 - Em microcapsula (álga, gelatina, quitosana)
- LIGAÇÃO CRUZADA**
 - (ambiente com hexametildiamina e glutaraldeído)

= Enzima
 = Suporte

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Imobilização enzimática

Principais vantagens:

- ✓ fácil separação da enzima dos restantes reagentes
- ✓ reutilização da enzima

Aspectos considerados	Enzimas em solução	Enzimas imobilizadas
Contaminação do produto	As enzimas estão misturadas com o produto. A descontaminação envolve tempo e é dispendiosa.	As enzimas, estando imobilizadas numa matriz, não se misturam com o produto, não havendo gastos com a descontaminação.
Reutilização da enzima	Perda de enzima com o produto. A recuperação e purificação da enzima envolve custos.	Fácil recuperação da enzima e sua reutilização.
Controlo da reacção	A enzima não pode ser separada dos reagentes, dificultando a paragem da reacção.	As enzimas imobilizadas podem ser removidas da mistura, parando a reacção e reciclando-a posteriormente, se necessário.
Estabilidade das enzimas no processo que envolve elevadas temperaturas ou mudanças de pH	As enzimas actuam numa faixa de valores de temperatura e pH óptimos. Mudanças de temperatura e pH reduzem a sua actividade.	A matriz protege as enzimas imobilizadas, conferindo-lhes maior estabilidade em meios com temperaturas elevadas e mudanças de pH.

Fonte de imagens

Slide 1: ClipArt Microsoft Office

Slide 3: retirada de Ribeiro, Silva & Oliveira, 2009, p. 275

Slide 4: retirada de Matias & Martins, 2009, p. 34

Imagens do decorrer da tarefa 3



Preparação de sardinhas



Sardinhas: esq. controlo; dir. salga



Ovos cozidos: esq. em vinagre; dir. controlo



Maças: esq. controlo; dir. em açúcar
















Sardinhas e carne em diferentes conservantes

APÊNDICE S

PLANO DA AULA VII




















Plano da Aula VII

Biologia 12º ano Turma 12 H Data: 02/05/2014 (6ª feira) 90 minutos (turma completa) Sumário: Fermentação microbiana: apresentação do trabalho laboratorial realizado pelos alunos. Continuação do estudo da temática conservação, melhoramento e produção de novos alimentos.					
Temática	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Microrganismos e Indústria Alimentar: Fermentação; Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos.	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer e compreender diferentes processos de conservação de alimentos Conhecer e compreender a importância dos processos de conservação dos alimentos Conhecer e compreender as dificuldades inerentes à elaboração de um planeamento experimental Conhecer e compreender aspectos relacionados com a natureza da ciência, tais como êxito e fracasso na realização de uma experiência, persistência e modos de trabalhar diferentes a partir dos mesmos reagentes Conhecer e compreender a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade, durante a análise das embalagens de alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre conservação de alimentos Construir e utilizar conhecimento processual ao explicar o planeamento experimental realizado na tarefa 4 Construir conhecimento epistemológico durante a análise e debate dos trabalhos realizados no âmbito da tarefa 4 Comunicar de forma clara e objectiva, com o grupo de trabalho e com a turma Debater e argumentar ideias sobre conservação de alimentos Respeitar a opinião dos colegas durante as apresentações e no decorrer da tarefa 6 Apresentar uma postura atenta e interessada no decorrer das apresentações e da tarefa 6 Participar activamente na realização da tarefa 6 Utilizar linguagem científica apropriada, oral e escrita 	<ul style="list-style-type: none"> Conservação de alimentos: processos de conservação de alimentos Aditivos alimentares Tratamento térmico: congelação, pasteurização, ultrapasteurização, esterilização, refrigeração Secagem Fumagem Irradiação Conservantes químicos Atmosfera modificada 	<ul style="list-style-type: none"> Breve introdução às actividades desenvolver na aula. Apresentação do trabalho realizado por cada grupo de alunos. Apresentação e distribuição da tarefa 6. Início da realização da tarefa 6 Escrita do sumário 	<ul style="list-style-type: none">  Computador  Enunciado da tarefa 4  Enunciado da tarefa 6  Quadro branco e canetas  Embalagens de leite pasteurizado e UHT  Embalagens de natas UHT  Embalagens de enchidos (alheira, linguiça, presunto e paio do lombo)  Embalagens de base de pizza  Embalagens de massa folhada  Embalagens de iogurtes  Embalagens de sobremesas congeladas  Embalagens de legumes congelados  Recorte de papel com formato de bacalhau seco

APÊNDICE T

PLANO DA AULA VIII, *POWERPOINT* UTILIZADO E IMAGENS DO FINAL DA TAREFA 3

Plano da Aula VIII

Biologia 12º ano Turma 12 H Data: 06/05/2014 (3ª feira) 90 + 90 minutos (turma dividida em turno) Sumário: Continuação do estudo da temática conservação, melhoramento e produção de novos alimentos. Conclusão da parte laboratorial da tarefa: “Um grande problema para Magalhães: a conservação da comida”.					
Temática	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Microorganismos e Indústria Alimentar: Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos.	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer e compreender diferentes processos de conservação de alimentos Conhecer e compreender a importância dos processos de conservação dos alimentos Conhecer e compreender as dificuldades inerentes à elaboração de um protocolo experimental Conhecer e compreender aspectos relacionados com a natureza da ciência, tais como êxito e fracasso na realização de uma experiência Conhecer e compreender a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade, durante a análise das embalagens de alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre conservação de alimentos Construir e utilizar conhecimento processual ao concluírem o procedimento experimental Apresentar uma postura respeitadora das normas de funcionamento do laboratório Comunicar de forma clara e objectiva, com o grupo de trabalho Respeitar a opinião dos colegas durante a realização das tarefas Apresentar uma postura atenta e interessada no decorrer das tarefas Participar activamente na realização da tarefa 6 Debater e argumentar ideias sobre conservação de alimentos e sobre imobilização enzimática Utilizar linguagem científica apropriada, oral e escrita 	<ul style="list-style-type: none"> Conservação de alimentos: processos de conservação de alimentos Aditivos alimentares Tratamento térmico: congelação, pasteurização, ultrapasteurização, esterilização, refrigeração Secagem Fumagem Irradiação Conservantes químicos Atmosfera modificada 	<ul style="list-style-type: none"> Conclusão da parte laboratorial da tarefa 3 Distribuição e preenchimento do questionário B Continuação da realização da tarefa 6 Discussão da tarefa 6 Breve exposição oral de conteúdos relacionados com conservação de alimentos Escrita do sumário 	<div>  Computador e projectador  Apresentação em <i>powerpoint</i> elaborada pela professora  Computadores com acesso à internet  Enunciado da tarefa 3  Enunciado da tarefa 6  Quadro branco e canetas  Bata  Máquina fotográfica  Rolo papel absorvente  Sacos de lixo </div> <div>  Embalagens de leite pasteurizado e UHT  Embalagens de natas UHT  Embalagens de enchidos (alheira, linguiça, presunto e paio do lombo)  Embalagens de base de pizza  Embalagens de massa folhada  Embalagens de iogurtes  Embalagens de sobremesas congeladas  Embalagens de legumes congelados  Recorte de papel com formato de bacalhau seco </div>

Powerpoint da aula VIII

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos



Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Conservação de alimentos

Objectivos:

- ✓evitar ou retardar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis
- ✓evitar ou retardar a alteração dos alimentos devido a fenómenos de autólise ou de oxidação

Alguns processos conservativos mantêm os alimentos no seu estado natural, enquanto outros os transformam em produtos diferentes, não deixando estes, no entanto, de serem passíveis de consumo.

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Processos tradicionais:

- ✓Salga
- ✓Fermentação
- ✓Solução de açúcar
- ✓Conserva em ácido
- ✓Secagem
- ✓Fumagem



Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Diferentes processos:

- ✓Tratamentos térmicos
- ✓Atmosfera modificada
- ✓Irradiação
- ✓Secagem
- ✓Conservantes químicos
- ✓Fumagem
- ✓Aditivos alimentares

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Tratamentos térmicos:

Elevadas temperaturas

- ✓Esterilização (100°C - alguns segundos)
- ✓Ultrapasteurização (UHT) (130-140°C - alguns segundos)
- ✓Pasteurização (63°C - 30 min; 72°C - 15 seg; 89°C - 1 seg; 90°C - 0.5 seg; 94°C - 0.1 seg; e 100°C - 0.01 seg)

Baixas temperaturas

- ✓Congelação (<0°C)
 - rápida (<20°C - 30 min)
 - lenta (<20°C - 3 a 72h)
- ✓Refrigeração (0 e 7°C)

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Tratamentos térmicos



Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Atmosfera modificada:

- ✓ armazenamento a baixa pressão (hipobárico);
- ✓ embalagem em vácuo;
- ✓ embalagem em atmosfera modificada;
- ✓ embalagem ou armazenamento em atmosfera controlada

- diminuir a concentração de oxigénio à volta do alimento → inibição do rápido crescimento de microrganismos aeróbios (anaeróbios facultativos ou obrigatórios menos afectados)
- combinações de oxigénio, dióxido de carbono e azoto

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Irradiação:

- ✓ radiação ultra-violeta (UV);
- ✓ micro-ondas;
- ✓ raios-X;
- ✓ raios gama

- destruição de microrganismos
- destruição de insectos e parasitas
- retardamento da germinação e maturação de algumas frutas e legumes

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Secagem:

- ✓ secagem por evaporação;
- ✓ secagem por pulverização;
- ✓ secagem por congelamento (liofilização);
- ✓ secagem por tambor

- alimentos secos, desidratados ou de baixa-humidade → água < 25%
- inibição da actividade microbiana

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Conservantes químicos:

- ✓ adição de químicos aos alimentos (aprovados pela Food and Drug Administration)
- ✓ nitratos e nitritos;
- ✓ cloreto de sódio;
- ✓ açúcares;
- ✓ antibióticos;
- ✓ antifúngicos;
- ✓ (...)

- prevenir ou atrasar a deterioração dos alimentos
- inibição de microrganismos

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Fumagem:

- ✓ exposição do alimento à acção do fumo
- ✓ fumo da queima de madeiras → fumo da queima de líquidos

- desidratação superficial do alimento
- propriedades antimicrobianas, antioxidantes e organolépticas

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Aditivos alimentares:

- ✓ adição de substâncias aos alimentos
- ✓ corantes (alteram ou intensificam a cor do alimentos)
- ✓ conservantes (impedem ou retardam a acção de microrganismos)
- ✓ emulsionantes (alteram a textura do alimento)
- ✓ edulcorantes (substituem os açúcares, diminuindo o valor calórico do alimento)

Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Aditivos alimentares:

- ✓ antioxidantes (impedem ou retardam a oxidação de lípidos)
- ✓ aromatizantes (alteram ou intensificam o sabor do alimento)
- ✓ reguladores de acidez (alteram ou controlam a acidez ou basicidade do alimento)
- ✓ vitaminas e minerais (aumentam o valor nutricional do alimento)

- melhorar a sua qualidade e tempo útil do alimento

Fonte de imagens

Slide 1: <http://andrews103g62007.files.wordpress.com/2007/09/39frutas.jpg>
Slide 3: <http://flordesall.blogspot.pt/2011/02/arte-de-bem-demolhar-o-bacalhau.html>
Slide 3: http://4.bp.blogspot.com/-qz6HhuYQO2M/T7VR7GY4_-I/AAAAAAAAAK0/jFTv9busNqo/s1600/iogurte-mm-20091110%255B1%255D.jpg
Slide 3: <http://entretenimento.r7.com/receitas-e-dietas/noticias/aprenda-a-fazer-pessegos-em-calda-em-casa-20100303.html>
Slide 3: <http://portuguese.alibaba.com/product-free-img/picles-de-pepino-134861669.html>
Slide 3: <http://www.carnessilmor.com/charcutaria.php?id=146>
Slide 6: retirada de Matias & Martins, 2009, p. 30

Imagens do final da tarefa 3



Ovos cozidos - controlo



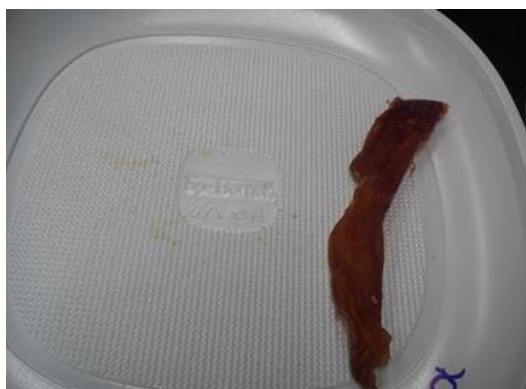
Ovos cozidos - conservados em vinagre



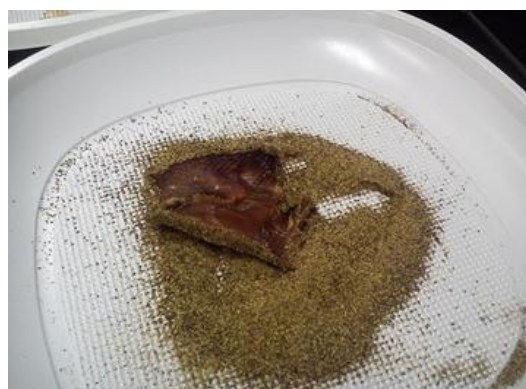
Sardinhas - controlo



Sardinhas - conservadas em sal



Carne - controlo





Carne - conservada em pimenta

APÊNDICE U

PLANO DA AULA IX

Plano da Aula IX

Biologia 12º ano Turma 12 H Data: 09/05/2014 (6ª feira) 90 minutos (turma completa) Sumário: Apresentação do trabalho realizado pelos alunos no âmbito da tarefa: “Um grande problema para Magalhães: a conservação da comida”. Conclusão do estudo da temática: Microrganismos e Indústria Alimentar.					
Temática	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Microrganismos e Indústria Alimentar: Fermentação e Conservação, melhoria e produção de novos alimentos.	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer e compreender diferentes processos de conservação de alimentos Conhecer e compreender a importância dos processos de conservação dos alimentos Conhecer e compreender a evolução dos métodos de conservação de alimentos Conhecer e compreender as dificuldades inerentes à elaboração de um planeamento experimental Conhecer e compreender aspectos relacionados com a natureza da ciência, tais como êxito e fracasso na realização de uma experiência Conhecer e compreender a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade, através da análise da evolução dos métodos de conservação dos alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> Construir e utilizar conhecimento substantivo sobre conservação de alimentos Construir e utilizar conhecimento processual ao explicar o planeamento experimental realizado na tarefa 3 Construir conhecimento epistemológico durante a análise e debate dos trabalhos realizados no âmbito da tarefa 3 Comunicar de forma clara e objectiva, com o grupo de trabalho e com a turma Debater e argumentar ideias sobre conservação de alimentos Respeitar a opinião dos colegas durante as apresentações Apresentar uma postura atenta e interessada no decorrer das apresentações Utilizar linguagem científica apropriada, oral e escrita 	<ul style="list-style-type: none"> Conservação de alimentos: processos de conservação de alimentos Tratamento térmico: congelação, pasteurização, ultrapasteurização, esterilização, refrigeração Secagem Fumagem Irradiação Conservantes químicos Atmosfera modificada 	<ul style="list-style-type: none"> Breve introdução às actividades desenvolver na aula. Apresentação e discussão do trabalho realizado por cada grupo de alunos. Breve conclusão da temática. Distribuição e preenchimento do questionário D Escrita do sumário 	 Computador e projector  Quadro branco e canetas

APÊNDICE V

GRELHA DE OBSERVAÇÃO PARA AULAS LABORATORIAIS

Grelha de observação

Critérios de avaliação		Grupo __			
Manipula correctamente o material de laboratório	Revela				
	Não revela				
Planeia e/ou executa correctamente o protocolo	Revela				
	Não revela				
Regista os resultados obtidos	Revela				
	Não revela				
Demonstra curiosidade	Revela				
	Não revela				
Respeita a opinião dos colegas	Revela				
	Não revela				
Presta atenção às explicações dadas pela professora e/ou colegas	Revela				
	Não revela				
Participa activamente no desenrolar da tarefa	Revela				
	Não revela				
Respeita as regras de segurança do laboratório	Revela				
	Não revela				
Formula questões pertinentes	Revela				
	Não revela				
Formula hipóteses (quando aplicável)	Revela				
	Não revela				
Escuta e fala com os colegas	Revela				
	Não revela				
Utiliza linguagem científica	Revela				
	Não revela				
Total	Revela = 1	___/12(11)	___/12(11)	___/12(11)	___/12(11)
	Não revela = 0				

Adaptado de: Galvão, Reis, Freire & Oliveira (2006).

APÊNDICE X
QUESTIONÁRIO A

Questionário A

Este questionário tem por objectivo compreender o impacto que a **Tarefa 2 – Actividade enzimática**, teve nos alunos. Através da resposta sincera e reflectida ao questionário, pretende-se recolher elementos que sirvam para melhorar, no futuro, estratégias, metodologias e recursos a utilizar na prática docente. O questionário é anónimo.

Muito obrigada pela colaboração.

Sexo:

F ☐

M ☐

Turno:

1 ☐

2 ☐

1. Relativamente ao enunciado da Tarefa 2, classifica, numa escala crescente de 1 a 4, o seu **grau de clareza** (sendo 1 – Pouco claro e 4 – Muito claro).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2. Relativamente à concretização da Tarefa 2, classifica, numa escala crescente de 1 a 4, o **grau de dificuldade** que apresentaste na sua realização (sendo 1 – Muita dificuldade e 4 – Nenhuma dificuldade).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2.1. O que consideraste **mais difícil**? _____

2.2. O que consideraste **mais fácil**? _____

3. Relativamente à concretização da Tarefa 2, classifica, numa escala crescente de 1 a 4, o **grau de satisfação** que apresentaste na sua realização (sendo 1 – Não gostei nada e 4 – Gostei muito).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3.1. O que **gostaste mais**? _____

3.2. O que **gostaste menos**? _____

4. Quanto ao **grau de aprendizagem**, classifica, numa escala de 1 a 4, a tua aprendizagem na realização da Tarefa 2 (sendo 1 – Não aprendi nada; 2 – Aprendi muito pouco; 3 – Aprendi alguma coisa; 4 – Aprendi muito).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4.1. Qual a **aprendizagem mais significativa** que construístes com a realização da Tarefa 2? _____

5. Quanto à **apreciação global** da Tarefa 2, classifica-a de 1 a 4 (sendo 1 – Fraca; 2 – Satisfatória; 3 – Boa; 4 – Muito boa).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

APÊNDICE Y
QUESTIONÁRIO B

Questionário B

Este questionário tem por objectivo compreender o impacto que a **Tarefa 3 – Um grande problema para Magalhães: A conservação da comida**, teve nos alunos. Através da resposta sincera e reflectida ao questionário, pretende-se recolher elementos que sirvam para melhorar no futuro estratégias, metodologias e recursos a utilizar na prática docente. O questionário é anónimo.

Muito obrigada pela colaboração.

Sexo:

F

☐

M

☐

Turno:

1

☐

2

☐

1. Relativamente ao enunciado da Tarefa 3, classifica, numa escala crescente de 1 a 4, o seu **grau de clareza** (sendo 1 – Pouco claro e 4 – Muito claro).

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

2. Relativamente à concretização da Tarefa 3, classifica, numa escala crescente de 1 a 4, o **grau de dificuldade** que apresentaste na sua realização (sendo 1 – Muita dificuldade e 4 – Nenhuma dificuldade).

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

2.1. O que consideraste **mais difícil**? _____

2.2. O que consideraste **mais fácil**? _____

3. Relativamente à concretização da Tarefa 3, classifica, numa escala crescente de 1 a 4, o **grau de satisfação** que apresentaste na sua realização (sendo 1 – Não gostei nada e 4 – Gostei muito).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3.1. O que **gostaste mais**? _____

3.2. O que **gostaste menos**? _____

4. Quanto ao **grau de aprendizagem**, classifica, numa escala de 1 a 4, a tua aprendizagem na realização da Tarefa 3 (sendo 1 – Não aprendi nada; 2 – Aprendi muito pouco; 3 – Aprendi alguma coisa; 4 – Aprendi muito).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4.1. Qual a **aprendizagem mais significativa** que construístes com a realização da Tarefa 3? _____

5. Quanto à **apreciação global** da Tarefa 3, classifica-a de 1 a 4 (sendo 1 – Fraca; 2 – Satisfatória; 3 – Boa; 4 – Muito boa).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

APÊNDICE Z
QUESTIONÁRIO C

Questionário C

Este questionário tem por objectivo compreender o impacto que a **Tarefa 4 – Fermentação microbiana**, teve nos alunos. Através da resposta sincera e reflectida ao questionário, pretende-se recolher elementos que sirvam para melhorar no futuro estratégias, metodologias e recursos a utilizar na prática docente. O questionário é anónimo.

Muito obrigada pela colaboração.

Sexo:

F ☐ M ☐

Turno:

1 ☐ 2 ☐

1. Relativamente ao enunciado da Tarefa 4, classifica, numa escala crescente de 1 a 4, o seu **grau de clareza** (sendo 1 – Pouco claro e 4 – Muito claro).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2. Relativamente à concretização da Tarefa 4, classifica, numa escala crescente de 1 a 4, o **grau de dificuldade** que apresentaste na sua realização (sendo 1 – Muita dificuldade e 4 – Nenhuma dificuldade).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2.1. O que consideraste **mais difícil**? _____

2.2. O que consideraste **mais fácil**? _____

3. Relativamente à concretização da Tarefa 4, classifica, numa escala crescente de 1 a 4, o **grau de satisfação** que apresentaste na sua realização (sendo 1 – Não gostei nada e 4 – Gostei muito).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3.1. O que **gostaste mais**? _____

3.2. O que **gostaste menos**? _____

4. Quanto ao **grau de aprendizagem**, classifica, numa escala de 1 a 4, a tua aprendizagem na realização da Tarefa 4 (sendo 1 – Não aprendi nada; 2 – Aprendi muito pouco; 3 – Aprendi alguma coisa; 4 – Aprendi muito).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4.1. Qual a **aprendizagem mais significativa** que construístes com a realização da Tarefa 4? _____

5. Quanto à **apreciação global** da Tarefa 4, classifica-a de 1 a 4 (sendo 1 – Fraca; 2 – Satisfatória; 3 – Boa; 4 – Muito boa).

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

APÊNDICE AA

QUESTIONÁRIO D

Questionário D

Este questionário tem por objectivo compreender o impacto que as aulas realizadas no período de 25 de Março a 9 Maio, sobre a temática Microrganismos e Indústria Alimentar, tiveram nos alunos. Através da resposta sincera e reflectida ao questionário, pretende-se recolher elementos que sirvam para melhorar no futuro estratégias, metodologias e recursos a utilizar na prática docente. O questionário é anónimo.

Muito obrigada pela colaboração.

Sexo:

F ☐ M ☐

Turno:

1 ☐ 2 ☐

1. Quanto à organização das aulas, classifica numa escala crescente de 1 a 4, a forma como a professora orientou a sequência dos acontecimentos (sendo 1 – Confusa e 4 – Muito bem organizada) nas:

1.1. Aulas laboratoriais:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

1.2. Aulas teóricas:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2. Relativamente aos momentos explicativos, classifica, numa escala crescente de 1 a 4, o **grau de clareza** com que foram abordados os conteúdos (sendo 1 – Pouco claro e 4 – Muito claro) nas:

2.1. Aulas laboratoriais:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

2.2. Aulas teóricas:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3. Quanto ao **grau de aprendizagem**, classifica, numa escala de 1 a 4, os seguintes momentos das aulas (sendo 1 – Não aprendi nada; 2 – Aprendi muito pouco; 3 – Aprendi alguma coisa; 4 – Aprendi muito):

3.1. Laboratoriais:

3.1.1. Realização da Tarefa 2 – Actividade enzimática.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3.1.2. Realização da Tarefa 3 – Um grande problema para Magalhães: A conservação da comida.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3.1.3. Realização da Tarefa 4 – Fermentação microbiana.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3.2. Teóricas:

3.2.1. Resolução da Tarefa 1 – Alimentação mundial.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3.3.2. Resolução da Tarefa 5 – Imobilização enzimática.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3.2.3. Resolução da Tarefa 6 – Que processos sofrem os alimentos que comemos?

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3.2.4. Exposição oral dos conteúdos, com recurso ao *powerpoint*.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3.2.5. Resolução de exercícios de papel e lápis do manual.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4. Quanto ao grau de satisfação, classifica, numa escala de 1 a 4, os seguintes momentos das aulas (sendo 1 – Não gostei nada e 4 – Gostei muito):

4.1. Laboratoriais:

4.1.1. Realização da Tarefa 2 – Actividade enzimática.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4.1.2. Realização da Tarefa 3 – Um grande problema para Magalhães: A

conservação da comida.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4.1.3. Realização da Tarefa 4 – Fermentação microbiana.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4.2. Teóricas:

4.2.1. Resolução da Tarefa 1 – Alimentação mundial.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4.2.2. Resolução da Tarefa 5 – Imobilização enzimática.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4.2.3. Resolução da Tarefa 6 – Que processos sofrem os alimentos que

comemos?

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4.2.4. Exposição oral dos conteúdos, com recurso ao *powerpoint*.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

4.2.5. Resolução de exercícios de papel e lápis do manual.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

5. Quanto à *apreciação global* das aulas, classifica-as de 1 a 4 (sendo 1 – Fraca; 2 – Satisfatória; 3 – Boa; 4 – Muito boa).

5.1. Laboratoriais

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

5.2. Teóricas

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

6. Qual a aprendizagem mais significativa que construístes neste período de aulas?

7. Se a mesma estratégia de aulas fosse aplicada aos alunos do ano seguinte, o que podia ser melhorado? _____

APÊNDICE AB

QUESTIONÁRIO E

Questionário E

Este questionário tem por objectivo conhecer a avaliação que fazes do trabalho desenvolvido por ti, individualmente, e pelo teu grupo ao longo das aulas realizadas no período de 25 de Março a 9 Maio, sobre a temática Microrganismos e Indústria Alimentar. Pretende-se que a tua resposta seja sincera e reflectida.

Muito obrigada pela colaboração.

Nome: _____

Turno:

1 ☐ 2 ☐

1. Como avalias o teu desempenho nas seguintes situações (sendo 1 – Insuficiente, 2 – Suficiente, 3 – Bom e 4 – Muito bom):

1.1. Aulas laboratoriais

1.1.1. Realização da Tarefa 2 – Actividade enzimática.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

1.1.2. Realização da Tarefa 3 – Um grande problema para Magalhães: A conservação da comida.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

1.1.3. Realização da Tarefa 4 – Fermentação microbiana.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

1.2. Teóricas:

1.2.1. Resolução da Tarefa 1 – Alimentação mundial.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

1.2.2. Resolução da Tarefa 5 – Imobilização enzimática.

1 2 3 4

1.2.3. Resolução da Tarefa 6 – Que processos sofrem os alimentos que comemos?

1 2 3 4

1.2.4. Resolução de exercícios de papel e lápis do manual.

1 2 3 4

1.3. Numa escala de 0 a 20 valores, como avalias globalmente o teu desempenho no período de aulas acima mencionado? _____

2. Como avalias o desempenho do teu grupo nas seguintes situações (sendo 1 – Insuficiente, 2 – Suficiente, 3 – Bom e 4 – Muito bom):

2.1. Realização da Tarefa 2 – Actividade enzimática.

1 2 3 4

2.2. Realização da Tarefa 3 – Um grande problema para Magalhães: A conservação da comida.

1 2 3 4

2.3. Realização da Tarefa 4 – Fermentação microbiana.

1 2 3 4

2.4. Numa escala de 0 a 20 valores, como avalias globalmente desempenho do teu grupo na realização das tarefas mencionadas? _____

APÊNDICE AC

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO V DE GOWIN

Grelha de avaliação V de Gowin

	Descritores					
CrITÉrios	1	2	3	4	Pontos	%
Estrutura e aspecto visual	Não respeita a estrutura do V de Gowin e está visualmente pouco apelativo.	Não respeita a estrutura do V de Gowin, mas está visualmente apelativo.	Respeita a estrutura do V de Gowin, mas está visualmente pouco apelativo.	Respeita a estrutura do V de Gowin e está visualmente apelativo.	___/4	5
Ortografia	Apresenta vários erros ortográficos (> 10).	Apresenta vários erros ortográficos (5 a 10).	Apresenta alguns erros ortográficos (1 a 5).	Não apresenta erros ortográficos.	___/4	10
Linguagem científica	Não utiliza linguagem científica.	Utilização pouco frequente e por vezes não apropriada de linguagem científica.	Utilização pouco frequente, mas apropriada de linguagem científica.	Utilização frequente e apropriada de linguagem científica.	___/4	
Clareza	Texto confuso e maioritariamente com frases mal construídas.	Algumas partes do texto são pouco claras e com frases mal construídas.	Texto claro, mas com algumas frases mal construídas.	Texto claro e com frases bem construídas.	___/4	
Questão central	Formula uma questão central/afirmação, mas esta não é adequada ao problema apresentado.	Apresenta uma afirmação, mas não uma questão, adequada ao trabalho realizado.	Questão central parcialmente adequada ao trabalho realizado.	Questão central totalmente adequada ao trabalho realizado.	___/4	10
Enquadramento teórico	Apresenta princípios/conceitos, mas desadequados ao estudo.	Apresenta princípios e conceitos adequados ao estudo, mas a maioria está ausente.	Apresenta princípios e conceitos adequados ao estudo, embora faltem alguns.	Apresenta princípios e conceitos adequados ao estudo.	___/4	15
Material e procedimento	Descreve com falhas o material efectivamente utilizado, assim como o procedimento.	Descreve correctamente o material efectivamente utilizado, mas apresenta algumas falhas no procedimento.	Descreve com algumas falhas o material efectivamente utilizado, mas o procedimento está correctamente descrito.	Descreve correctamente o material efectivamente utilizado, assim como o procedimento.	___/4	10
Resultados	Resultados coerentes com o trabalho realizados, mas pouco organizados e de leitura difícil.	Resultados coerentes com o trabalho realizado, mas com falta de vários elementos; no entanto, muito bem organizados, recorrendo a tabelas, e de fácil leitura.	Resultados coerentes com o trabalho realizado, mas com falta de um elemento; no entanto, muito bem organizados, recorrendo a tabelas, e de fácil leitura.	Resultados coerentes com o trabalho realizado, muito bem organizados, recorrendo a tabelas, e de fácil leitura.	___/4	15
Discussão	Apresenta uma descrição dos resulta, podendo ou não apresentar falhas na discussão das limitações do trabalho realizado.	Discute com algumas falhas os resultados, podendo ou não apresentar falhas na discussão das limitações do trabalho realizado.	Discute correctamente os resultados, mas apresenta falhas na discussão das limitações do trabalho realizado	Discute correctamente os resultados e as limitações do trabalho realizado.	___/4	15
Conclusão	Conclusão confusa e sem concordância com o restante trabalho.	Conclusão clara, mas sem concordância com o restante trabalho.	Conclusão confusa, mas em concordâncias com o restante trabalho.	Conclusão clara e em concordância com o restante trabalho.	___/4	20
					Total	100

Adaptado de: Galvão, Reis, Freire & Oliveira (2006).

APÊNDICE AD

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO TEXTO DA TAREFA 3

Grelha de avaliação do texto da tarefa 3

Critérios	Descritores				Pontos	%
	1	2	3	4		
Título do trabalho	Título totalmente desadequado ao trabalho realizado e aos conteúdos em estudo.	Título desadequado ao trabalho, mas dentro do âmbito dos conteúdos em estudo.	Título adequado ao trabalho realizado.	Título criativo e adequado ao trabalho realizado.	___/4	5
Qualidade da ortografia e construção de frases	Apresenta vários erros ortográficos (> 10).	Apresenta vários erros ortográficos (5 a 10).	Apresenta alguns erros ortográficos (1 a 5).	Não apresenta erros ortográficos.	___/4	10
	Texto confuso e maioritariamente com frases mal construídas.	Algumas partes do texto são pouco claras e com frases mal construídas.	Texto claro, mas com algumas frases mal construídas.	Texto claro e com frases bem construídas.	___/4	
Estruturação do texto e utilização de linguagem científica	Texto sem estrutura definida, com ideias desconexas e confusas.	Texto estruturado, embora haja repetição de ideias.	Texto estruturado, embora algumas ideias não estejam bem encadeadas.	Texto bem estruturado e com ideias bem encadeadas, mensagem inteligível.	___/4	15
	Não utiliza linguagem científica.	Utilização pouco frequente e por vezes não apropriada de linguagem científica.	Utilização pouco frequente, mas apropriada de linguagem científica.	Utilização frequente e apropriada de linguagem científica.	___/4	
Distinção entre informação essencial e acessória	O texto inclui informação não seleccionada devidamente, misturando o que é fundamental com elementos acessórios.	O texto inclui informação com alguma relevância, mas perde-se em pormenores sem interesse.	O texto inclui informação com alguma relevância, introduzindo alguns pormenores interessantes que ajudam a esclarecer ideias.	O texto inclui informação bem seleccionada e relevante, deixando de lado o que é supérfluo, resultando um texto informativo completo.	___/4	15
Manifestação e aplicação dos conhecimentos adquiridos	O texto integra apenas alguns dos conhecimentos sobre a conservação de alimentos desenvolvidos durante a realização da tarefa, não aproveitando o trabalho experimental realizado, podendo comparar ou não a situação actual com a vivida pelos navegadores do século XVI.	O texto integra apenas alguns conhecimentos sobre a conservação de alimentos desenvolvidos durante a realização da tarefa, aproveitando o trabalho experimental realizado, mas compara a situação actual com a vivida pelos navegadores do século XVI.	O texto integra conhecimentos sobre a conservação de alimentos desenvolvidos durante a realização da tarefa, não aproveitando o trabalho experimental realizado, mas compara a situação actual com a vivida pelos navegadores no século XVI.	O texto integra conhecimentos sobre a conservação de alimentos desenvolvidos durante a realização da tarefa, nomeadamente na realização do trabalho experimental, e compara a situação actual com a vivida pelos navegadores no século XVI.	___/4	55
					Total	100

Adaptado de: Galvão, Reis, Freire & Oliveira (2006).

APÊNDICE AE

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO À TURMA

Grelha de avaliação da apresentação

Critérios	Descritores				Pontos
	1	2	3	4	
Correcção científica	Apresentação com várias incorrecções ao nível de conceitos ou das informações	Apresentação com algumas incorrecções ao nível de conceitos ou das informações	Apresentação sem qualquer incorrecção ao nível dos conceitos ou das informações	Apresentação reveladora de um excelente domínio de conceitos e informações	___/4
Justificação da argumentação	Os elementos do grupo não estão suficientemente preparados para defender aspectos do seu trabalho. Não possuem os conhecimentos ou capacidades necessárias	Vários elementos do grupo têm um conhecimento deficiente do conteúdo do seu trabalho ou são incapazes de justificar os argumentos	A maioria dos elementos do grupo revela um bom conhecimento do conteúdo do seu trabalho e de justificação de argumentação	Todos os elementos do grupo revelam um conhecimento profundo do conteúdo do seu trabalho e justificação de argumentação	___/4
Correcção do discurso	Dificuldade de discurso e incorrecções gramaticais, de pronúncia e de linguagem científica	Lapsos gramaticais e dificuldades de pronúncia e linguagem científica	Discurso razoavelmente bem articulado e sem incorrecções gramaticais e de linguagem científica	Discurso muito bem articulado e sem incorrecções gramaticais ou de pronúncia e de utilização correcta de linguagem científica	___/4
Articulação entre os membros do grupo	Não existe qualquer articulação entre os vários elementos do grupo. Apresentação desorganizada	Fraca articulação entre os vários elementos do grupo. Torna-se evidente que alguns deles não prepararam a apresentação	Boa articulação entre a maioria dos elementos do grupo. Contudo, algum dos elementos não preparou a apresentação com os restantes	Excelente articulação entre os vários elementos do grupo. Apresentação lógica e extremamente organizada	___/4
Clareza e objectividade	Exposição pouco clara, pouco objectiva e sem evidenciação dos aspectos fundamentais	Exposição clara, mas pouco objectiva. Foram apresentados muitos aspectos supérfluos	Exposição clara, mas com alguns aspectos supérfluos	Exposição clara, objectiva e com evidenciação dos aspectos fundamentais	___/4
Apresentação da informação	A informação é lida em vez de ser apresentada	A maior parte da informação é lida em vez de ser apresentada	A informação é apresentada, mas acompanhada da leitura de algumas notas	A informação é apresentada e não lida	___/4
Capacidade de suscitar interesse	Apresentação com percalços e ineficaz na captação da atenção do interesse da audiência	Apresentação com alguns percalços e nem sempre eficaz na captação da atenção e do interesse da audiência	Apresentação com alguns percalços, mas eficaz na captação da atenção e interesse da audiência	Apresentação bem ensaiada, sem percalços e eficaz na captação da atenção e interesse da audiência	___/4
Criatividade	Apresentação nada criativa tanto ao nível da metodologia como de elementos visuais utilizados (figuras/esquemas/gráficos)	Apresentação pouco criativa ao nível da metodologia e dos elementos visuais utilizados	Apresentação com vários aspectos criativos ao nível da metodologia e dos elementos visuais utilizados	Apresentação extremamente criativa, tanto ao nível da metodologia como dos elementos visuais utilizados	___/4
Gestão do tempo	Não respeita o tempo ou por excesso ou por defeito	A apresentação ultrapassa consideravelmente o período temporal que lhe estava destinado	A apresentação ultrapassa ligeiramente o período temporal que lhe estava destinado	Óptima gestão do tempo disponível	___/4

Grelha de avaliação da apresentação (cont.)

Critérios	Descritores				Pontos
	1	2	3	4	
Utilização da voz	Discurso inaudível, com voz monótona, sem inflexões e expressividade	Discurso com grandes oscilações no volume de voz, mas sem expressividade	Discurso audível durante a maior parte da apresentação, com inflexão e expressividade	Discurso audível durante toda a apresentação, boa articulação de voz com suporte da apresentação	___/4

Adaptado de: Galvão, Reis, Freire & Oliveira (2006).

APÊNDICE AF

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO CIENTÍFICO

Grelha de avaliação do relatório científico

Critérios	Descritores				Pontos	%
	1	2	3	4		
Capa	Não apresenta dois ou mais dos elementos exigidos.	Não apresenta um dos elementos exigidos (título ou nome dos autores).	Não apresenta um dos elementos exigidos (data de realização ou símbolo da escola).	Apresenta todos os elementos exigidos (título, nome do autores, data de realização e símbolo da escola).	___/4	2,5
Título do trabalho	Título totalmente desadequado ao trabalho realizado e aos conteúdos em estudo.	Título desadequado ao trabalho, mas dentro do âmbito dos conteúdos em estudo.	Título parcialmente adequado ao trabalho realizado.	Título totalmente adequado ao trabalho realizado.	___/4	2,5
Ortografia	Apresenta vários erros ortográficos (> 10).	Apresenta vários erros ortográficos (5 a 10).	Apresenta alguns erros ortográficos (1 a 5).	Não apresenta erros ortográficos.	___/4	10
Linguagem científica	Não utiliza linguagem científica.	Utilização pouco frequente, mas apropriada de linguagem científica.	Utilização frequente, mas por vezes não apropriada de linguagem científica.	Utilização frequente e apropriada de linguagem científica.	___/4	
Clareza	Texto confuso e maioritariamente com frases mal construídas.	Algumas partes do texto são pouco claras e com frases mal construídas.	Texto claro, mas com algumas frases mal construídas.	Texto claro e com frases bem construídas.	___/4	
Introdução	Apresenta uma fundamentação teórica pouco fundamentada (refere apenas o processo fermentativo ou o microrganismo envolvido) e pouco estruturada.	Apresenta uma fundamentação teórica pouco fundamentada (refere apenas o processo fermentativo ou o microrganismo envolvido), mas bem estruturada.	Apresenta uma fundamentação teórica bem fundamentada (refere processo fermentativo e microrganismo envolvido), mas pouco estruturada.	Apresenta uma fundamentação teórica bem fundamentada (refere processo fermentativo e microrganismo envolvido) e estruturada.	___/4	20
	Apresenta uma hipótese pouco clara e desadequada ao trabalho	Apresenta uma hipótese clara, mas desadequada ao trabalho.	Apresenta uma hipótese pouco clara, mas adequada ao trabalho.	Apresenta uma hipótese clara e adequada ao trabalho.	___/4	
	Apresenta um objectivo pouco claro e desadequado ao trabalho	Apresenta um objectivo claro, mas desadequado ao trabalho.	Apresenta um objectivo pouco claro, mas adequado ao trabalho.	Apresenta um objectivo claro e adequado ao trabalho.	___/4	
Material e procedimento	Descreve com falhas o material efectivamente utilizado, assim como o procedimento.	Descreve correctamente o material efectivamente utilizado, mas apresenta algumas falhas no procedimento.	Descreve com algumas falhas o material efectivamente utilizado, mas o procedimento está correctamente descrito.	Descreve correctamente o material efectivamente utilizado, assim como o procedimento.	___/4	10
Resultados	Resultados pouco coerentes com o trabalho realizado, mesmo que organizados e de fácil leitura.	Resultados coerentes com o trabalho realizados, mas pouco organizados e de leitura difícil.	Resultados coerentes com o trabalho realizado, bem organizados, sem recorrer a tabelas/imagens, e de fácil leitura.	Resultados coerentes com o trabalho realizado, muito bem organizados, recorrendo a tabelas/imagens, e de fácil leitura.	___/4	10

Grelha de avaliação do relatório científico (cont.)

Critérios	Descritores				Pontos	%
	1	2	3	4		
Discussão	Apresenta uma descrição dos resultados e não uma discussão dos mesmos, podendo ou não apresentar falhas na discussão das limitações do trabalho realizado e/ou da validação ou não da hipótese.	Discute com algumas falhas os resultados, podendo ou não apresentar falhas na discussão das limitações do trabalho realizado e/ou da validação ou não da hipótese.	Discute correctamente os resultados, mas apresenta falhas na discussão da não a validação ou não da hipótese, ou das limitações do trabalho realizado.	Discute correctamente os resultados, a validação ou não da hipótese e as limitações do trabalho realizado.	___/4	20
Conclusão	Conclusão confusa e sem concordância com o restante trabalho.	Conclusão clara, mas sem concordância com o restante trabalho.	Conclusão confusa, mas em concordâncias com o restante trabalho.	Conclusão clara e em concordância com o restante trabalho.	___/4	20
Referências bibliográficas	Não apresente nenhuma referência bibliográfica.	Algumas das referências são desadequadas ao estudo efectuado, podendo ser muito ou pouco diversificadas.	As referências são adequadas ao estudo efectuado, mas pouco diversificadas (uma ou duas referências).	As referências são adequadas ao estudo efectuado e diversificadas (três ou mais referências).	___/4	5
Adaptado de: Galvão, Reis, Freire & Oliveira (2006).					Total	100

APÊNDICE AG

GRUPOS DE TRABALHO E RESPECTIVOS ELEMENTOS

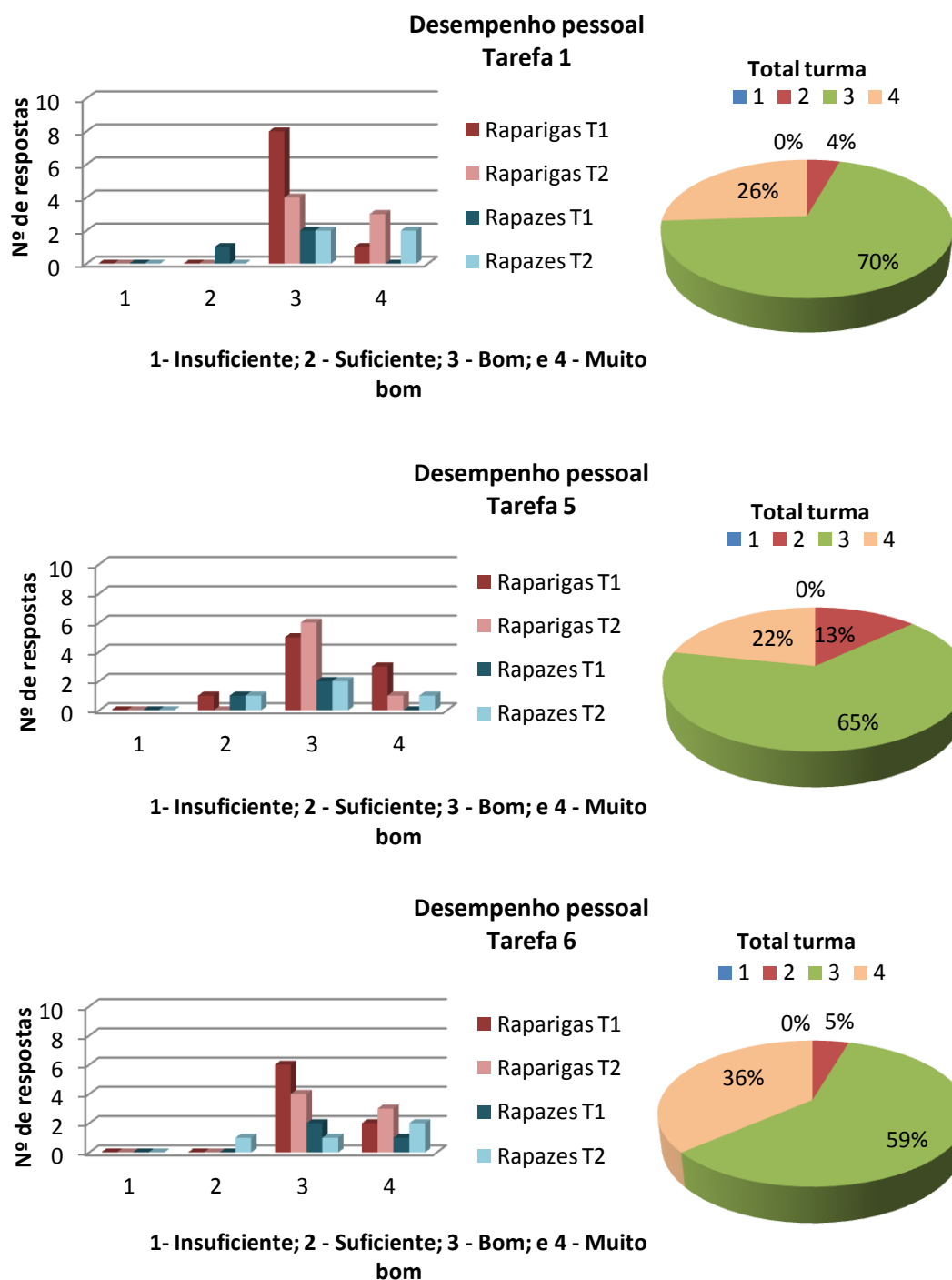
Grupos de trabalho

		Nome da/o aluna/o
Turno 1	Grupo 1	Clara
		Filipe
		Benedita
		Zélia
	Grupo 2	Eduardo
		Isabel
		Diana
		Gabriela
	Grupo 3	Alice
		Luiz
		Helena
		Judite
Turno 2	Grupo 1	Quitéria
		Regina
		Matias
	Grupo 2	Odete
		Paloma
		Vera
		Xavier
	Grupo 3	Nuno
		Susana
		Telma
		Ulisses

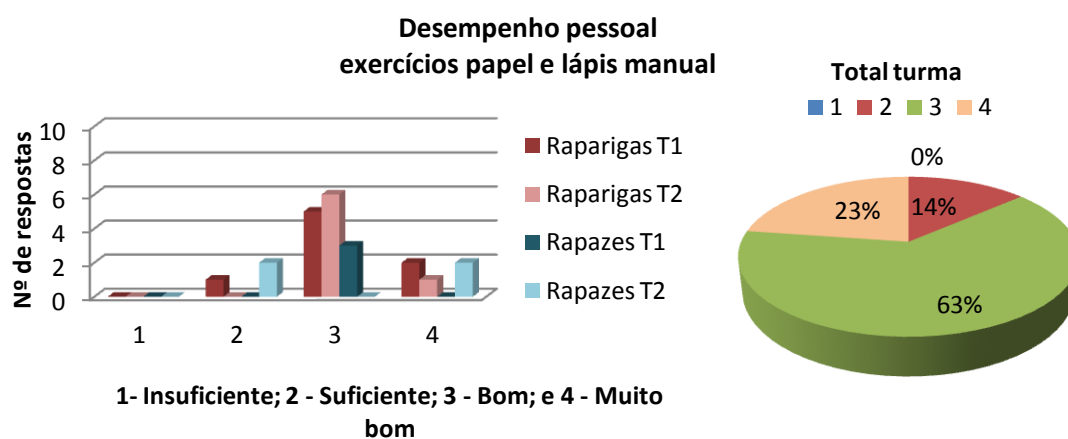
APÊNDICE AH

CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO PESSOAL NAS TAREFAS/ACTIVIDADES DAS AULAS TEÓRICAS

Classificação do desempenho pessoal aulas teóricas



Nos gráficos de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); nos gráficos circulares são apresentados os resultados por total da turma.



Nos gráficos de barras são apresentados os resultados por sexo e por turno (T1 - turno 1; T2 - turno 2); nos gráficos circulares são apresentados os resultados por total da turma.

ANEXOS

ANEXO 1

ACTIVIDADES LABORATORIAIS, PROPOSTAS NO MANUAL ADOPTADO, REALIZADAS NO ÂMBITO DA TAREFA 2

Actividades laboratoriais propostas no manual adoptado

LAB. 2 Especificidade enzimática

Enzimas

- A amilase salivar (ptialina) é uma enzima produzida nas glândulas salivares e que se encontra na saliva, participando na digestão.
- Esta enzima participa na degradação do amido em maltose, um composto mais simples.
- A água iodada é um indicador do amido, mudando de uma cor castanha para azul na sua presença.
- O licor de Fehling é um reagente indicador da presença de glicose, conferindo, na sua presença, uma cor de tijolo à solução.

Qual a importância das enzimas na degradação de moléculas?

Conclusões

Resultados/Discussão

Procedimento experimental

- Coloque uma colher (de sopa) de amido em 250 ml de água destilada e aqueça até se formar uma mistura homogénea (cozimento de amido), evitando uma exposição muito prolongada ao calor intenso.
 - Retire 20 ml da solução anterior para dois tubos e realize o teste com a água iodada no tubo A e o teste do licor de Fehling no tubo B.
 - Coloque 20 ml de cozimento de amido em 8 tubos devidamente numerados, adicionando uma fracção de saliva aos tubos 1 a 4. Coloque os tubos em banho-maria a 37 °C.
 - Ao fim de 15 minutos, realize o teste com a água iodada (tubos 1 e 5) e o teste com o licor de Fehling (tubos 2 e 6).
 - Passados 30 minutos, realize o teste da água iodada nos tubos 3 e 7 e o teste do licor de Fehling nos tubos 4 e 8.
- Identifique a variável presente na experiência.
 - Qual a importância de realizar o teste da água iodada e do licor de Fehling nos tubos A e B logo no início?
 - Em que medida a adição de saliva em apenas quatro dos tubos constitui um controlo experimental?
 - Identifique e discuta as limitações desta experiência.

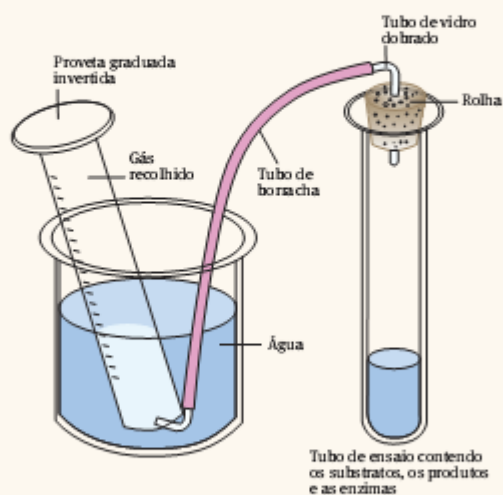
LAB. 3 Actividade enzimática

O efeito do pH pode ser investigado com o estudo da catalase, uma enzima comum nas células animais e vegetais e que degrada o peróxido de hidrogénio. Este composto é tóxico e deve ser rapidamente degradado nas células, segundo a equação: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$.

Material

- Fígado fresco
- HCl 1mM
- NaOH 1mM
- Papel indicador de pH
- Almofariz
- Conta-gotas
- Peróxido de hidrogénio (água oxigenada)
- Pipetas
- 10 tubos de ensaio e suporte
- Vareta de vidro
- Gobelé

Procedimentos



11 Dispositivo experimental.

1. Prepare a solução com a catalase (extração):
 - a. Macere um fragmento de fígado fresco em 10 ml de água destilada;
 - b. Filtre a solução para um tubo de ensaio, diluindo com mais 10 ml de água destilada.
2. Numere 10 tubos de ensaio e obtenha soluções indicadas na tabela II. Cuidado no manuseamento do ácido e da base.
3. Adicione água destilada e peróxido, de acordo com as indicações da tabela II. Caso meça em gotas, saiba que 1 ml corresponde a 20 gotas de tamanho médio. Espere 2 minutos antes de passar para o passo seguinte.

LAB. 3 **Actividade enzimática (cont.)**

4. Adicione o HCl aos respectivos tubos (segundo a mesma tabela) e verifique se o pH é 3 ou inferior, procedendo de igual forma para o NaOH, verificando se o pH é igual ou superior a 11.
5. Adicione o tampão nos diferentes tubos, verificando os valores de pH.
6. Adicione a catalase aos tubos correspondentes, agitando suavemente e registando a produção de bolhas de O₂ (insignificante, média ou intensa). Se tiver ao dispor um sensor de O₂, acompanhe a evolução da produção deste composto ao longo do tempo. Poderá montar um esquema semelhante ao da figura 11, para quantificar de uma forma mais precisa a produção de gás, tendo o cuidado de manter o cilindro na vertical.

Tabela II – Condições experimentais

Tubo	Água destilada	Tampão	H ₂ O ₂	Hcl	NaOH	pH	Solução de catalase
1	5 ml	1 ml, pH 7					
2	4 ml	1 ml, pH 7					1 ml
3	2 ml	1 ml, pH 7	3 ml				
4	1 ml		3 ml	1 ml			1 ml
5	1 ml	1 ml, pH 5	3 ml				1 ml
6	1 ml	1 ml, pH 7	3 ml				1 ml
7	1 ml	1 ml, pH 9	3 ml				1 ml
8	1 ml		3 ml		1 ml		1 ml
9	1 ml	1 ml, pH 7	3 ml	1 ml			
10	1 ml	1 ml, pH 7	3 ml		1 ml		

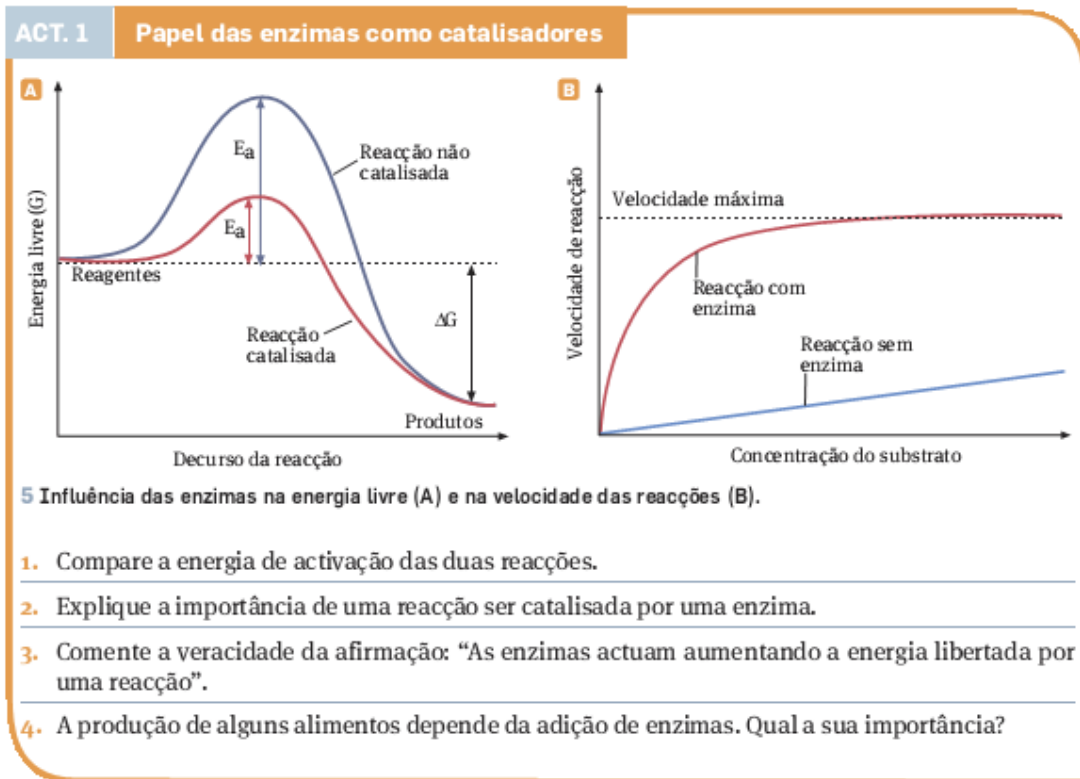
1. Qual o propósito de completar todos os passos antes de adicionar a catalase?
2. Qual a importância de utilizar os tubos 1, 2, 3, 9 e 10?
3. Se quantificou a libertação de oxigénio, represente graficamente os resultados, com a actividade em função do pH, interpretando todos os resultados, nomeadamente: intervalo de pH para que a catalase actua; a que pH desnatura; em que valor a catalase apresenta maior actividade.
4. Indique o porquê de ser necessário utilizar um fragmento de carne fresca, como o fígado, por exemplo.
5. Planifique, realize e discuta os resultados de uma actividade experimental para estudar o efeito da temperatura na actividade das enzimas, podendo recorrer novamente ao material biológico seleccionado para esta actividade.

Retirado do manual BioDesafios 12 (Ribeiro, Silva & Oliveira (2009), p. 257, 261 e 262).

ANEXO 2

EXERCÍCIO DE PAPEL E LÁPIS, DO MANUAL, REALIZADO NA AULA I

Exercício de papel e lápis - aula I



Retirado do manual BioDesafios 12 (Ribeiro, Silva & Oliveira (2009), p. 256).

ANEXO 3

EXERCÍCIO DE PAPEL E LÁPIS, DO MANUAL, REALIZADO NA AULA II

Exercício de papel e lápis, do manual, realizado na aula II

ACT. 5 **Regulação da actividade enzimática pela célula**

1. Justifique a razão de considerarmos os exemplos A e B correspondentes a inibidores enzimáticos.
2. Qual é a diferença entre as situações A e B?
3. Refira as implicações que acarreta a remoção dos inibidores nas duas situações anteriores.
4. Compare as situações A e B com o exemplo C.

A

Inibidor

Substrato

Centro activo

Inibidor

Enzima

B

Substrato

Centro activo

Região alostérica

Inibidor

Enzima

C

Centro activo

Composto alostérico

Região alostérica

Substrato

Enzima

15 Influência de determinados compostos na actividade enzimática.

Retirado do manual BioDesafios 12 (Ribeiro, Silva & Oliveira (2009), p. 266).

ANEXO 4

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CAPACIDADES E COMPETÊNCIAS

Questionário

ESCOLA _____

Nome: _____

Nº: _____

Ano: _____

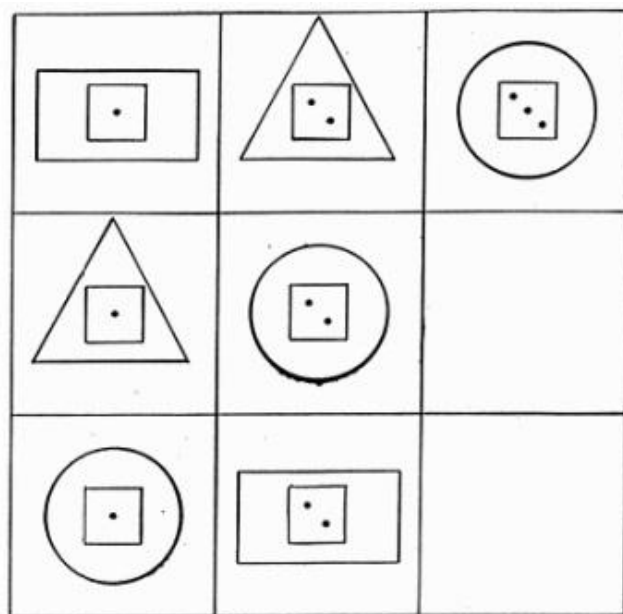
Turma: _____

Data: __/__/____

As tarefas não são para ter em conta na tua classificação. Apenas servem para te conhecer um pouco melhor e ajudar na organizar grupos de trabalho nas aulas. É por isso que é muito importante que expliques, através de palavras, esquemas ou desenhos, tudo o que pensaste.

A. Muitas pessoas acreditam que os lobos uivam mais em noites de Lua Cheia. Descreve o plano de uma investigação que te permita verificar se esta afirmação é verdadeira.

B. Observa com muita atenção as figuras que se seguem. Qual o desenho que completa o modelo?



C. Comenta, do ponto de vista científico, a seguinte notícia de jornal:

Cientistas confirmam: Vasco da Gama era natural de Sines

Durante muito tempo, alguns historiadores puseram em causa se Vasco da Gama, o navegador que descobriu o caminho marítimo para a Índia, tinha mesmo nascido e passado a sua infância em Sines, como geralmente se afirma.

Mas descobertas recentes permitem acabar de vez com as dúvidas. Em escavações arqueológicas feitas no local onde antigamente se situava a casa que se sabe ter pertencido a uma família de nobres, com o apelido Gama, foram encontrados alguns objectos (pedaços de roupas, talheres) junto de um crânio que os cientistas atribuem a uma criança de 10 anos.

Analisando o crânio e comparando-o com a fisionomia do navegador, tal como aparece nas pinturas da época, os cientistas concluíram que o crânio era de Vasco da Gama. Fica assim provado que este grande navegador era, de facto, natural de Sines.

D. Observa as seguintes figuras:

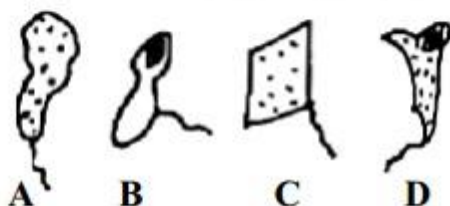
TODOS estes são BLOBS.



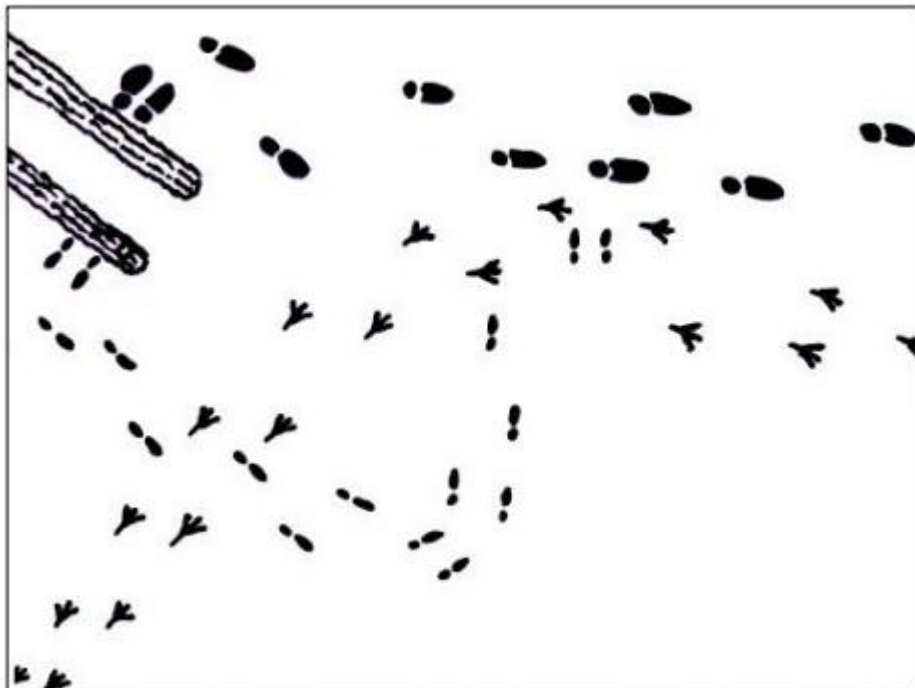
NENHUM destes é um BLOB.



Qual dos seguintes é um BLOB? Explica porquê.



E. Observa o seguinte desenho, que representa vários rastros. Identifica a origem de cada rasto. O que se terá passado neste local? Constrói uma história a partir da observação dos rastros encontrados neste local.



ANEXO 5

QUESTIONÁRIO INÍCIO ANO LECTIVO

Questionário

Este questionário não tem fim avaliativo. Destina-se a tentar melhorar o desempenho do(a) professor(a) e o teu sucesso escolar.

Nome: _____

Nº _____ Ano: 12.º Turma _____ Data: ____/____/2013

Data de nascimento: ____/____/____ Idade: _____ anos

Habilitações escolares do Pai: _____

Profissão do Pai: _____

Habilitações escolares da Mãe: _____

Profissão da Mãe: _____

Responde, agora, às seguintes questões.

1. És repetente no ano de escolaridade em que te matriculaste este ano letivo?
(Coloca um X no local correto)
Sim _____ Não _____

1.1. Se sim, a que disciplinas reprovaste? _____

2. Qual (ou quais) a(s) disciplina(s) que mais gostas? _____

2.1. Porquê? _____

3. Qual (ou quais) a(s) disciplina(s) que menos gostas? _____

3.1. Porquê? _____

4. Que curso superior gostarias de tirar? _____

4.1. Porquê? _____

5. Que profissão gostarias de ter? _____

5.1. Porquê? _____

6. Achas que vais conseguir exercer essa profissão? (Coloca um X no local correto)

Sim____ Não____

6.1. Porquê? _____

7. Que gostas de fazer nos tempos livres? _____

7.1. Porquê? _____

8. Estudas sozinho ou acompanhado? _____

8.1 Quem te apoia no estudo (pais, irmãos, outros familiares, explicador)? _____

9. Gostas de Biologia? (Coloca um X no local correto)

Sim____ Não____

9.1. Porquê? _____

10. A Biologia achas que és um(a) aluno(a): (Coloca um X no local correto)

Muito Bom____ Bom____ Médio____ Fraco____ Muito Fraco____

10.1. Porquê? _____

11. Que classificação final obtiveste no ano de escolaridade anterior na disciplina de BG? _____

12. Que turma frequentaste em 2012/2013? _____

Obrigado pela tua colaboração!